

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

Földtudományok Doktori Iskola

**A lakossági vezetékes vízfogyasztás
földrajzi sajátosságai Magyarországon.**

PhD-értekezés

Szerző:

Eördöghné Miklós Mária

Témavezető:

Dr. Tóth József DSc
professor emeritus

Doktoriskola vezető:

Dr. Dövényi Zoltán DSc
egyetemi tanár

Pécs, 2013

Segítőimnek köszönettel,
családomnak szeretettel.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	1
1.1.	A kutatási téma aktualitásáról	1
1.1.1.	Magyarország – Janus arc a vízkincs terén	1
1.1.2.	Vízfelhasználás-ésszerűsítés – rejtett potenciálok	2
1.1.3.	A vízellátás fenntarthatósága – ökonómiai vagy ökológiai szempontból?	3
1.2.	Célkitűzések, hipotézisek	5
1.3.	Az alkalmazott kutatási módszerek	6
2.	Szakirodalmi áttekintés	10
2.1.	A vízi infrastruktúra térbeli megjelenése, sajátosságai	10
2.1.1.	A vezetékes vízfelhasználás kezdetei	10
2.1.2.	Vízellátás a lakosság számára az ókorban	11
2.1.3.	Az út az első magyar vízvezetékek koráig	19
2.1.4.	A vízellátás és településrendszer együttfejlődése	20
2.1.5.	A természeti adottságok hatása a vízellátó rendszer fejlődésére	23
2.1.6.	Vízellátás – közegészségügyi feltétel	25
2.1.7.	A vízellátás fejlődése a XX. század második felétől	29
2.1.8.	Területi differenciák a magyarországi vízellátás fejlődésében	32
2.2.	A vízellátás és a társadalmi-gazdasági fejlődés	36
2.2.1.	A vízellátás helye a földrajzi térben	36
2.2.2.	Az infrastruktúra és a területfejlesztés	37
2.2.3.	Terület- és településfejlesztés a víziközművek aspektusából	41
2.3.	A kommunális vízellátás komfortja – fenntartható módon	43
2.3.1.	Mutatós számok a fenntartható vízhasználatra ösztönzés szolgálatában	44
2.4.	A vízfogyasztást befolyásoló tényezők	48
2.4.1.	A vízdíj, mint a víz fontosságának kifejezője	49
2.5.	A vízellátó infrastruktúra hatása a természeti környezetre	51
2.5.1.	Víziközművektől eredő szennyezések a természetben	54
2.6.	A szakirodalmi áttekintés összegzése	56
3.	A vízhasználat és a gazdasági környezet egymásra hatása	58
3.1.	A gazdasági fejlettség hatása a vízellátó rendszerek fejlődésére	58
3.2.	A vízellátó rendszerek fejlettségének hatása a „gazdaságra” – egy behatárolt nézőpontból	72

3.3.	A vezetékes vízfogyasztás nagyságára ható tényezők	74
3.4.	A településszerkezet és a vízellátás összefüggése	87
3.5.	A hálózati vízvesztesség	102
3.6.	Kistelepülések vízi infrastruktúrájának jellemzői (esettanulmány)	105
3.6.1.	Vízellátó rendszer kistelepüléskénti térszerkezetben	106
3.6.2.	Szennyvízelhelyezés – a kistelepülések megoldásai	107
3.6.3.	A víziközművek kistérségi – megyei – országos jelzőszámai	107
3.6.4.	Összkep egy kistelepüléseket ellátó víziközmű szolgáltatóról	113
4.	A vízi infrastruktúra és a természeti környezet egymásra hatása.....	115
4.1.	A vezetékes vízellátás és a fenntarthatóság	117
4.1.1.	Alternatív lehetőségek a vízhasználat természetére gyakorolt szennyező hatásának mérséklésére.....	121
4.2.	A közműhálózat jellegzetességei, változásai 1996 és 2011 között	122
4.3.	A közműhálózat változásainak megjelenése Magyarország térszerkezetében.....	139
5.	Eredmények összefoglalása	151
6.	A kutatási eredmények hasznosítási lehetőségei és a kutatás további iránya	157
7.	Irodalomjegyzék.....	158
8.	Ábragyegyzék	170
9.	Táblázatjegyzék	174
10.	Mellékletjegyzék	175
11.	Mellékletek	177

„A természet hatalmas, az ember parányi. Ezért aztán az ember léte attól függ, milyen kapcsolatot tud teremteni a természettel, mennyire érti meg, és hogyan használja fel erőit saját hasznára.”

(Szent-Györgyi Albert)

1. Bevezetés

1.1. A kutatási téma aktualitásáról

Földünk három legfontosabb erőforrása a víz, az energia és az élelem – mindegyikük kapcsolódik a vízhasználatához. A víz, mint részlegesen megújuló erőforrás – amelyre fokozódik az emberiség igénye – egyre több elméleti és gyakorlati szakember számára jelent megoldásokat igénylő kutatási területet. Ezzel együtt közel sem kap annyi figyelmet, mint az energiaszolgáltatás, holott emberöltőnyi időn belül a nagyobb gondot nem az energia, hanem az egészséges ivóvíz hiánya okozhatja. A három nagy vízfogyasztó szektor globális és lokális szinten is a mezőgazdaság, az ipar és a lakosság. Közülük az utóbbival kapcsolatban a vízhiánnyal küzdő területek ellátásának feladata mellett kisebb jelentőségűnek tűnhet az ellátott térségeken a vízfogyasztás minőségi és mennyiségi mutatóinak javítása, a „víztudatos” termelői és felhasználói magatartás fejlesztése. Ehhez alapvető fontosságú a kommunális vízszolgáltatás háttérismereteinek rendszerezése a szakmai és a laikus közönség számára is. Ehhez szeretnék hozzájárulni a magyarországi vízi infrastruktúra tér- és időbeli sajátosságainak az utóbbi másfél évtizedre vonatkozó elemzésével.

1.1.1. Magyarország – Janus arc a vízkincs terén

Magyarország földrajzi adottságaiból eredően vízben gazdag ország: bár csapadékhányos területen fekszik, de a Kárpát-medence egyik legmélyebb területén, annak erózióbázisán elhelyezkedve a környező területek felszíni vízfolyásai idetartanak. Emellett felszín alatti vizeink készlete is kedvezőnek mondható, mind a mennyiséget, mind a minőséget tekintve, köszönhetően a vízföldrajzi adottságaink mellett az országunk területének túlnyomó részén megtalálható jó vízáradó kőzet-képződményeknek (törmelékes medenceüledék, homokkő, karsztos kőzetek). Ezt az elsőre kedvezőnek tűnő helyzetet több tényező is beárnyékolja:

- felszíni vizeink döntő többsége határainkon túlról érkezik hozzánk, így mind vízhozamát, mind minőségét az ottani körülmények határozzák meg; a határainkon

belül, csapadékból keletkező vízkészlet fajlagos nagysága alapján ($600 \text{ m}^3/\text{fő}$, év) Magyarország az egyik legalacsonyabb értékkel jellemezhető Európában;

- vízkészletünk eloszlása nagy egyenlőtlenséget mutat, a felszíni vízfolyásaink hálózatának sűrűsége alacsony, főleg a Duna, Tisza és a Dráva körzetére összpontosul;
- a vízviszonyok időben is nagyon változékonyak az év folyamán ugyanazon hely adottságait vizsgálva; Magyarország területének 90%-án fordulhat elő aszály, ugyanakkor belvíztől veszélyeztetett $44\,000 \text{ km}^2$, az ország területének 47%-a (KÖRÖSPARTI J. – BOZÁN CS. 2008);
- az utóbbi két tulajdonság az elmúlt években erőteljesen megnyilvánuló klímaingadozás okozta szélsőséges időjárási viszonyok hatására – egybehangzó szakértői vélemények alapján – várhatóan még szélsőségesebbé válik, a nyári hónapok magasabb vízigénye a növekvő aszályveszély időszakával esik egybe;
- a felszíni és felszínközeli vizek Magyarországon az antropogén tevékenység hatására gazdaságos módon nem tehetők emberi fogyasztásra alkalmassá; a kommunális vízellátás céljaira a mélyebb rétegek vizeit termelik ki, ezeknek az utánpótlódási ütemét, a hidrológiai ciklus jellemzőit még nem ismerjük minden részletében.

Magyarországon a vízhez való viszonyulás a fenti leíráshoz hasonló: elsődlegesen a kedvező adottságok közismertek, és csak alaposabb tájékozódás után válik a kép árnyaltabbá. Magyarország „fürdőnagy hatalom” hírének, az egykor kiterjedt lápvilág és fokgazdálkodás emlékezetének és nem utolsósorban a vezetékes vízellátás mai közel 100%-os kiépítettségének köszönhetően a vízhez a bőséggel rendelkezésre álló közeg képzete társul. Ahhoz azonban, hogy az előzőekben leírt nehézségek ellenére is hosszú távon fennmaradhasson vízellátásunk kedvező állapota, biztosított legyen az egészséges ivóvízhez jutás, elengedhetetlen a vízfelhasználás hatékonyságának növelése, a háttérének, mozgatórugóinak feltérképezése.

1.1.2. Vízfelhasználás-ésszerűsítés – rejtett potenciálok

A három fő vízfogyasztó szektor: a mezőgazdaság 69%-kal, az ipar 23%-kal és a lakosság 8%-kal részesedik a teljes vízfelhasználásból globálisan 2000-ben (RAKONCZAI J. 2003). A szektorok közötti felhasználás-megoszlás tekintetében nagy különbségek mutatkoznak a Föld nagy régiói között. A teljes vízfelhasználásból a kommunális vízfelhasználás részesedése Európában a legmagasabb: 13%, a mezőgazdaság 33%-os és az ipar 54%-os részaránya mellett – a két területre (Föld és Európa) vonatkozó adatokat jellemző részarányok különbsége is mutatja a kommunális vízfelhasználás racionalizálásában rejlő víztakarékosság-tartalékokat. A

vízfelhasználásban a két kisebb szerepet játszó szektorra, az ipari és a kommunális vízhasználatra jellemző, hogy az igénybe vett víz, még ha szennyezett formában is, de rövid időn belül visszajut – szerencsés esetben kellő mértékű tisztítási folyamat után – valamely természetes befogadóba, talajba vagy felszíni vízfolyásba. Ezzel szemben a mezőgazdaság igényeit szolgáló vízmennyiség ténylegesen felhasználódik, csak hosszabb idő után az evapotranszpiráció révén, a talaj és a növényzet együttes párologtatása útján kerül vissza a természetes vízkörforgásba. A mezőgazdasági vízfelhasználásra jellemző még, hogy – az igények nagysága miatt – hozzávetőlegesen 15%-a, évi 160 km³ nem megújuló vízkészletekből kerül kitermelésre.

A fenti jellegzetességek – a vízfogyasztás szektorok közötti megoszlásának arányai – miatt a vízigények nagyságát befolyásoló tényezők és folyamatok vizsgálata, a hatékonyabb vízhasználatot célzó törekvések elsősorban a mezőgazdasági vízfelhasználással foglalkoznak. Az ipari vízfelhasználás racionalizálásának is létezik hajtórugója: a piacképes termelés kényszere. A harmadik, az előzőeknél jóval alacsonyabb felhasználást képviselő szektorban, a kommunális vízfelhasználás területén a fogyasztás csökkentésének több „természetes gát”-ja is van (a ma használatos infrastruktúra típus, a megszokott vízhasználati komfort féltése, szolgáltatók rövidtávú érdekei stb.). Nem engedhetjük meg azonban, hogy a kommunális vízfogyasztás területén ne keressük a víz mennyiségi és minőségi védelmének lehetőségeit, mert az ezen a területen elérhető szemléletváltás, a vízhez való mindennapi környezettudatos viszonyulás a többi, nagyobb fogyasztású szektorban felhasznált víz mennyiségére is kedvezően hathat.

1.1.3. A vízellátás fenntarthatósága – ökonómiai vagy ökológiai szempontból?

Természeti kincseink felhasználása során a fenntarthatóság érdekében a mérnöki és az ökológusi szemlélet összehangolására kell törekednünk. Ennek legnagyobb nehézsége talán a két szemlélet különböző tér-idő skálája (ISTVÁNOVICS V. – HAHN I. – SOMLYÓDY L. 2000). Az ökológus a fejlesztési döntések hosszú távú következményeit látja, de a társadalom a rövidtávú előnyökkel számol, az ezekhez való hozzáférést várja el a fejlesztésektől, ezeknek kell megfelelnie a mérnöki munkának is. A kettő összeegyeztetésének módja az, ha a mérnök beépíti azokat a visszacsatolásokat az általa létrehozott rendszerekbe, amelyek jelzései alapján a működés korrigálható.

A vízellátás területén ezeknek a visszacsatoló mechanizmusoknak a reakcióideje meglehetősen hosszú, a víztermelés hatásai hosszú átfutási idő után válnak érzékelhetővé, mérhetővé a természeti környezet befolyásolt jellemzőinél. Ezen hosszú idő alatt a természet állapotában sor kerülhet nehezen korrigálható változásokra is. Emiatt szükséges helyről-helyre adatokkal rendelkezünk a vízkészletek mennyiségi és minőségi állapotáról, és ez indokolja az ésszerű vízfogyasztásra ösztönző eszközök alkalmazását is.

A vízellátás „eleme” komfortigényünk mai szintjén a fogyasztók körében csak szolgáltatással együtt piacképes. Nem mindegy azonban ennek a szolgáltatásnak a díja, sem lakossági, sem közületi fogyasztók számára. Maga a víz nem kisajátítható, közös tulajdon, ahhoz azonban, hogy célszerűen, kevés erőfeszítés árán használhassuk, infrastrukturális rendszerek hálózatát igényeljük, legalábbis a világ fejlett régióiban. Ezeknek a hálózatoknak a kiépítése és fenntartása egyaránt magas költségigényű, és az ökonomiai szempontból fenntartható vízellátás feltétele, hogy a vízellátó rendszer működése során felmerülő összes költség a szolgáltatónál kiegyenlítésre kerüljön. Globális szinten gondolkodva ennél „magasabbra kell tennünk a lécezt”. Nem csupán a gazdaságosságot, a gazdasági tekintetben fenntartható megoldásokat kell megcéloznunk, hanem olyan formában kell működtetnünk a vízellátás teljes rendszerét (beleértve a szennyvízelvezetést is), hogy az mennyiségét és minőségét tekintve egyaránt védje a csak részben megújuló, és mind az élethez, mind a fejlődéshez nélkülözhetetlen vízkincsünket. „Nem kölcsönözhetünk vizet a jövő generációtól.” (POTOČNIK, J. 2009). (Ez a megközelítés jellemző a Víz Keretirányelv célkitűzéseire is.)

Ennek a szempontnak a kihangsúlyozása azért is fontos, mert a vízellátásunk ma szokványos rendszere nem csak a költségek szempontjából „igényes”, drágán működtethető, hanem a vízfogyasztás tekintetében is pazarló. Ennek oka egyrészt a vízi infrastrukturális hálózatok műszaki állapota, amely jelentős hálózati vízvesztést eredményezhet a csővezetékek és szerelvények nem elégséges víztömörsége miatt. Azonban egy tökéletes állapotú rendszerben is, amely a ma szokványos kialakítással működik, jelentős veszteséget okoz maga a működési elv, amely a szennyvízelvezetés során a vizet szállítóeszközként használja fel, vízzel úsztatja el a szennyvizek szennyezőanyag tartalmát.

A fenntartható fejlődés gyakorlati megvalósulásának a vízgazdálkodás fenntarthatósága kiemelt fontosságú területe. A fenntarthatóságra törekvő vízgazdálkodásnak alapfeltétele vízfogyasztásunk mai mértékének mérséklése annak érdekében, hogy elkerüljük a vízkészletek utánpótlódásnál gyorsabb kitermelését. Ez ugyanis a talajvízszint csökkenéséhez vezet, ami természeti és gazdasági következményeket egyaránt maga után von.

A vízkészletek térbeli és időbeli eloszlása erősen eltér a szükségletektől, és a klímaingadozás várható hatásaként előreláthatóan a vízjárásbeli szélsőségek sűrűsödni fognak, mind mennyiség, mind gyakoriság tekintetében. Ez az évente megújuló vízkészlet hozzáférhetőségét, kitermelhetőségét rontja, így szintén a vízfogyasztásunk csökkentését, racionalizálását indokolja (EÖRDÖGHNÉ M. M. 2011-B).

1.2. Célkitűzések, hipotézisek

A fenntartható vízfelhasználás felé vezető úton fontos fel- és megismerni a felhasznált víz mennyiségére ható tényezőket, körülményeket. Dolgozatomban a gazdasági/műszaki, társadalmi és természeti komponensek vizsgálatával szeretnék képet vázolni Magyarország tér- és időbeli jellegzetességeiről, esetleges determináltságairól a vezetékes ivóvízhasználat aspektusából.

A kutatás kitűzött rész céljai:

1./ *A gazdasági helyzet és a vízi infrastruktúra fejlődés egymásra hatásának vizsgálata:* a különböző gazdasági fejlettségű területeken milyen ütemben fejlődött a vezetékes vízellátás, a vezetékes vízellátás terjedése hogyan hatott az adott térség gazdasági fejlődésére – új lakás építések, betelepülés/elvándorlás, vállalkozások száma stb. Feltevésem, hogy a gazdasági fejlettség és a vízi infrastruktúra állapota között erős korreláció van, és ez a korreláció kétirányú, bár valószínűleg aszimmetrikus.

2./ *A vezetékes vízfogyasztásra ható tényezők feltérképezése.* A fenntartható vízellátás alapfeltétele a vízigény mai szintjének csökkentése. A vízfogyasztás nagysága a rá (és a fogyasztóra) szignifikánsan, különböző irányban ható nagyszámú tényező befolyása eredőjeként alakul ki.

Feltevéseim:

A vezetékes ivóvízfogyasztás nagysága összefüggést mutat:

- a vizsgálat helyén a mindenkori vízdíjjal
- a település típusával, ahol a vízfogyasztást vizsgáljuk.

3./ *A rurális és az urbánus területek vízellátásában mutatkozó különbségek kimutatása a termelői/szolgáltatói és a fogyasztói oldalon egyaránt.* A fenntartható vízellátás alapfeltétele a vízkészletek mennyiségi és minőségi óvása mellett az ellátó rendszer üzemének hatékonysága is. Feltevésem szerint a vízszolgáltatók ellátási területének eltérő településszerkezeti, népességi adottságai a víztermelés jelzőszámaiban és a fogyasztási adatokban is megjelennek.

4./ *A közműolló(k) időbeli változásainak, térbeli sajátosságainak felvázolása.* Az infrastrukturális beruházások a magas költségigény és a hosszú megtérülési idő miatt háttérbe kerülhetnek az egyéb termelési célú beruházások mögött, de legalábbis időbeli késedelmet szenvedhetnek. Emiatt az egyébként gazdaságilag fejlett térségek nem feltétlenül tartoznak a vízi infrastruktúra terén is a legmagasabb színvonalú csoportba. A Magyarország térszerkezetén belül definiált különböző „lejtők” határvonala eltérő lehet, célom megrajzolni a fejlett és kevésbé jól kiépített régiókat a vízi infrastruktúra területén.

1.3. Az alkalmazott kutatási módszerek

A víz hatékony felhasználásának vizsgálatával, elemzésével több alkalmazott tudományág, szakterület is foglalkozik (hidrológia, vízgazdálkodás, településfejlesztés, vízellátás-csatornázás stb.), részben a természettudományok, részben a műszaki tudományok köréből. Ez az interdiszciplináris kutatási témakör emiatt igényli az alapszakterületek kutatási eredményeinek szintézisét, a vizsgált kérdéskör integrált kezelését a szerteágazó szempontrendszer alapján. Kutatási munkám során magam is törekedtem a geográfusi és műszaki szemlélet ötvözésére már az adatgyűjtés és később az elemzések során is.

Szekunder forrásként olyan könyveket, könyvfejezeteket és szacikket dolgoztam fel, amelyek a vízellátás fejlődését, közelmúltbeli történeti jellegzetességeit írják le, a vízhasználat fogyasztói és környezetvédelmi szempontjait elemzik, illetve a vízkészletek mennyiségi-minőségi problémáinak kezelésére irányuló gondolatmeneteket, stratégiákat foglalják össze. Ezeknek az információknak túlnyomó részét szakmai könyvtárakból szereztem be, a Pécsi Tudományegyetem Bölcsészettudományi és Természettudományi Kari Könyvtára, a Földrajzi Intézet Szakkönyvtára, illetve a Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kari könyvtára mellett a Tudásközpontból, a Magyar Tudományos Akadémia Regionális Kutatások Központja pécsi könyvtárából, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság könyvtárából, illetve a Magyar Víziközmű Szövetség könyvtárából. A nagy terjedelmű, vízgazdálkodási kérdésekkel foglalkozó szakirodalomból a témámra vonatkozó irodalom felkutatása során a célkeresztben a nem globális méretekben gondolkodó, és főleg a vízfelhasználáson belül a legkisebb szektorral, a kommunális vízfogyasztással foglalkozó publikációk voltak.

A külföldi nyomtatott és internetes szakirodalom a trendek, a külföldön bevált vagy kipróbálás alatt álló gyakorlat, módszerek figyelemmel kísérésében segített. A világhálón számos értékes szakmai információ lelhető fel a nemzetközi szervezetek honlapjain, kiadványaiban, néhány

ilyen szervezet a teljesség igénye nélkül: UNESCO-IHE (UNESCO Víztudományi Oktató Intézet), EEA (Európai Környezeti Ügynökség), IWA (Nemzetközi Vízügyi Szövetség), EUREAU (Vízellátók és Szennyvíz-szolgáltatók Nemzeti Szövetségeinek Európai Uniója), vagy a magyar honlapok közül a KVVM és a VITUKI kormányportálon elérhető dokumentumai.

Az elemzések során előrevetülő hipotézisek mindegyikét igyekeztem a szakirodalom tanulmányozásával és összefoglalásával előkészíteni. Vizsgálataim témaválasztásának kiváltó oka épp a több területen a kellő részletességű kutatási eredmények hiánya volt.

Az analíziseim alapját képező adatrendszert szekunder és primer kutatási módszerekkel szereztem be. A Magyar Víziközmű Szövetség évkönyvei részletekbe menő alapossággal írják le a vízfogyasztás térbeli és időbeli változásainak jellegzetességeit Magyarországon 1995-től napjainkig – ennek az adatsornak a vizsgált időszakra a kutatás szempontjainak megfelelő összeállítása, rendezése jelentette a szekunder kutatás adatbázis összeállítás részét. A Magyar Víziközmű Szövetség tagszervezetei (mintegy 100 víziközmű szolgáltató szervezet, változó számban és összetételben) biztosítják a magyarországi vízellátás 95%-át, az almanach-sorozat adatai tehát reprezentatívnak tekinthetők az ország vízszolgáltatási adatai tekintetében (PAPP M. 2007). Az elemzésekhez szükséges részletességű és felbontású adatbázis a MAVÍZ tagszervezetei körében 1996-ra alakult ki, így az eredmények az 1996 és 2011 közötti időszakra vonatkoznak.

Az előzetes hipotézisek vizsgálatához az évkönyvi adatokon túl további információkra is szükségem volt, ezek beszerzéséhez az évkönyvi adatokat szolgáltató szervezeteket kérdőívvel kerestem meg – a primer kutatási módszernek megfelelően. A kérdőív az 1. mellékletben található. A kérdőíves adatgyűjtés sikere érdekében a kérdések többségét a vizsgálat idején már rendelkezésre álló utolsó év (2010) adataira korlátoztam. Az időbeli változások követhetőségéhez 1 kérdés esetében 10 évvel korábbi adatot is kértem megadni. A tárgyévben tagként nyilvántartott 92, kérdőívvel megkeresett vízszolgáltató közül 38 küldte vissza a válaszokat; ez a 41%-os részvétel kimagaslónak mondható.

Baranya megyére vonatkozóan végeztem egy külön kérdőíves felmérést, amelynek adatait a visszaküldők alacsony aránya miatt nem foglaltam bele az elemzett adatok körébe.

A kérdőívek információtartalmának teljes körű feldolgozása, elemzése meghaladja egy doktori dolgozat terjedelmét. A további kutatási munkámban felhasználásra kerülő, részben már kiértékelte vizsgálatokat a mellékletben jelöltem.

A MAVÍZ adatokon belül az egyes számításoknál a vizsgált alapegység a szolgáltató éves adata, illetve szolgáltatók székhely szerinti besorolásából képzett éves megyei adat. A kisebb felbontású adatok beszerzésére indított kérdőíves felmérésem sajnos nem járt sikerrel, így az elemzésben a legkisebb vizsgált terület egység a megye. Ezt azzal igyekeztem kompenzálni, hogy a megyékre vonatkozóan megállapítottam az egyes településméret-típusokban lakók arányát, és egyes vizsgálatokat a megyére jellemző település-szerkezet szempontjából is elvégeztem.

Egyes szolgáltatók ellátási területe meglehetősen inhomogénnek volt tekinthető (nagyvárost, agglomerációt, illetve aprófalvakat egyaránt ellát, vagy domborzati viszonyai okán volt változatos stb.), illetve az egyes szolgáltatók között is nagy különbségek mutathatók ki, emiatt egyes vizsgálatoknál, például a rurális és urbánus területek jellegzetességeinek vizsgálatakor az elemzéseket közel egymáshoz kiválasztott szolgáltatók csoportjaira végeztem el. A szolgáltatók méretbeli különbségeit fajlagos mutatók (ellátott lakosságlétszámra, értékesített vízre vetítve) képzésével igyekeztem a számítások szempontjából kiegyenlíteni.

A feltételezett összefüggések nem vízellátás oldali paramétereit leíró számadatokat (GDP/fő, épített lakások száma, népesség-vándorlási adatok, közműháló stb.) a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) országos és a megyei adatbázisaiból vettem (Magyar Statisztikai Évkönyvek, megyei statisztikai évkönyvek, KSH internetes adatbázisa stb.).

A fenti összetételű adatbázis előállítása hosszú gyűjtőmunkát igényelt, nem alkotta a kutatási folyamat látványos szakaszát, de elengedhetetlen volt a dolgozat elemzéseinek megszületéséhez, a szakirodalom felvetéseinek ellenőrzéséhez, megerősítéséhez vagy újragondolásához.

Az így beszerzett 16 éves, Magyarország teljes területét leíró adatsorral mind keresztmetszeti, mind longitudinális kutatási módszerrel (LÁZÁR E. 2009) megvizsgálhattam a vízellátás körülményeit, térbeli képet és időbeli változásokat egyaránt felrajzolva a témáról.

Az összeállított adatbázisban összefüggések, szabályosságok, időbeli- és területi sajátosságok feltárása érdekében exploratív, feltáró és konfirmatív, megerősítő jellegű adatelemzést végeztem. Leíró statisztikai mutatókat határoztam meg, az eredményeket táblázatos formában vagy grafikusan, diagramok, kartogramok, kartodiagramok alakjában megjelenítve.

Dolgozatomban a statisztikai elemzésekhez a korreláció-elemzés, a független kétmintás T-próba, az egyutas varianciaanalízis és a lineáris regresszió-elemzés módszerét alkalmaztam az SPSS program (SPSS 20.0 verzió) felhasználásával (BARNA I. – SZÉKELYI M. (2008)). Az időbeli változásokat egyutas varianciaanalízissel (ANOVA) vizsgáltam. A rurális/urbánus,

illetve sík/dombvidék közötti eltérések, vízártékesítési volumen, illetve fogyasztói sűrűség alapján csoportosított vízszolgáltatók jellemzőinek elemzéséhez empirikus tapasztalatokra épülően meghatározott tartományhatárok figyelembevételével vizsgálati csoportokat alakítottam ki, amely csoportok között fennálló különbségek feltárására, analizálására a független kétmintás T-próba és az egyutas varianciaanalízis módszerét alkalmaztam. Útmodell elemzéssel vizsgáltam meg egyes függő változókra ható paraméterek körét, a hatás erősségét és irányát. Ezzel a módszerrel a vizsgált függő változókra ható folyamatok feltárása volt a célom. Ez megalapozhatja a függő változó optimalizálását szolgáló javaslatok tételét.

Minden statisztikai vizsgálati módszer eredményei $\alpha = 0,05$ érték mellett, 95%-os valószínűségi szinten értelmezendők.

A nagyméretű adatbázis áttekinthetővé tételére, sajátosságainak jellemzésére leíró statisztikát is alkalmaztam, átlagértékek, átlagtól mért eltérések számolásával, oszlop-, kör- és vonaldiagramokon történő ábrázolással.

A vizsgálat alapját képező MAVÍZ adatokat az elemezni kívánt hatásokat jellemző mutatókkal kiegészítve nagy terjedelmű (1512 sor \times 120 oszlop) adatbázist sikerült kialakítanom. Az elemzések során megállapíthattam, hogy a létrehozott adatbázis nem minden eleme tartalmaz hasznosítható információt, az adatállomány redundáns. Tartalmazott olyan változókat is, amelyek hatása több összefüggésben is értelmezhető, pl. a vízfogyasztás nagyságát leíró „vízfogyasztási fejadag” (liter/fő, nap) mind eredményváltozóként, mind magyarázóváltozóként előfordul (KOVÁCS P. 2008). Ennek a hatásnak a kompenzálására szakirodalmi ajánlás alapján törekedtem arra, hogy az egyes elemzésekbe egymástól független változókat vonjak be (RISTVEJ, J. – KAMPOVÁ, K. 2009).

Az eredmények grafikonos megjelenítéséhez Microsoft Excel táblázatkezelő és az SPSS 20.0 statisztikai programot használtam. A földrajzi helyhez köthető adatokat, illetve azok változását térinformatikai eszközök felhasználásával térképeken, kartogramokon és kartodiagramokon jelenítettem meg. Ezeknek a megszerkesztésére a Microsoft Excel adatbázisban előállított adattömbökről működő ArcGis 9.2 programot vettem igénybe, a Microsoft Office Access 2003, az ArcCatalog és az ArcMap segédprogramok felhasználásával.

Egyes **kartogramokon** a mért változók abszolút értékének megjelenítése mellett a változások jobb követhetősége érdekében az **átlagértéktől való eltérést** is feltüntettem, szimbolikusan megkülönböztetve az eltérés irányát és nagyságát is. Ez a módszer a térképes adatmegjelenítésben újszerű megoldásnak számít.

2. Szakirodalmi áttekintés

A vezetékes vízfelhasználás több alap- és alkalmazott tudományág (hidrológia, vízgazdálkodás, terület- és településfejlesztés, közműfejlesztés, fenntartható fejlődés stb.) határán értelmezhető.

A dolgozat elemzéseinek megalapozásához igyekeztem ezeket a területeket érinteni a szakirodalom kutatása és feldolgozása során. A mai viszonyok előzményeként, kiváltójaként a korábbi társadalmi és gazdasági helyzet felvázolása, a fogalmak körülírása, esetenként újszerű értelmezése kiegészíti az elemzések eredményeit, bevezetésül, illetve magyarázatul szolgál azokhoz. A fő tárgyalt témakörök a fejezetben:

- fejlődéstörténeti áttekintés a vízellátás alakulására ható körülmények rendszerezésével és leírásával;
- a vezetékes vízellátás mint hálózatos iparág az infrastruktúra rendszerben, a földrajzi térben;
- a fenntarthatóságra törekvő vízellátást befolyásoló tényezők, kölcsönhatások a vízellátás és a természeti-társadalmi-gazdasági szféra között.

2.1. A vízi infrastruktúra térbeli megjelenése, sajátosságai

2.1.1. A vezetékes vízfelhasználás kezdetei

Vezetékes ivóvíz ellátás alatt a csak erre a célra kiépített vezetéken történő, ivóvíz követelményeknek megfelelő víz fogyasztókhoz történő eljuttatását értjük. A vízellátás folyamatába beletartozik a víz kitermelése, kezelése, a felhasználásig történő tárolása és az előírt nyomás-szint biztosítása a fogyasztók által igényelt helyen. A fogyasztók számára a vízellátást folyamatosan, az előírt minőségben, tervezés szerinti mennyiségben és nyomáson kell biztosítani a szolgáltatónak.

A fenti funkciók biztosítása működő hatalmi rendszert, illetve jól szervezett társadalmat igényel, emiatt a vezetékes vízellátás kezdetei is ezeknek a társadalmi feltételeknek a kialakulása utáni időszakra tehetők. A víz ezt a történelmi periódust megelőzően is fontos település- és társadalomszervező tényező volt, meghatározója a letelepedésre alkalmas hely kiválasztásának, igénybe véve a víznek mind az erőforrás, elengedhetetlen éltető elem, mind a védekezést segítő szerepét. Ez az időszak vízhasználat szempontjából azzal a lényeges különbséggel tért el a későbbi, kiépített vízellátás korszakától, hogy ekkor az ember kereste fel

a vizeket a természetben szükségleteinek kielégítésére, nem a vizet vezette a felhasználás helyére.

A mezőgazdaság mind az időrendet, mind a felhasznált víz mennyiségét tekintve élen jár – napjainkig – a víz vezetékek segítségével történő hasznosításában. A víz felhasználására épített első vezetékek, csatornák a mezőgazdaság céljait szolgálták, és így az élelmiszertermelés hatékonyságának fokozásával közvetlenül, az életszükségletek kielégítése mellett a kulturális felemelkedést is elősegítették, a korai civilizációk fejlődésének alapjait biztosítva. Az öntözéses mezőgazdaságnak köszönhetően megnövekedett volumenű élelmiszertermelés a népességszám emelkedését eredményezte, ami nagyobb kiterjedésű, sűrűn lakott városok kialakulásához vezetett. A zsúfolt városokban a régészeti leletek tanúsága szerint léteztek gyakorlati építési megoldások a vízellátásra, és a keletkezett szennyvíz, valamint a csapadékvíz elvezetésére is. A vízfelhasználást szolgáló építmények kialakítása, funkciója függött az adott népesség vízhez való viszonyától: az ősi Indiában és a görögöknél a víznek a vallási szertartásokban játszott szerepe, kultikus jellege hasonló fontosságú volt, mint az, hogy nélkülözhetetlen az emberi létezéshez, ezért a rituális megtisztulás helyei is voltak a források, vízlelőhelyek köré emelt építmények. A Római Birodalomban viszont a luxus, a kényelem fokozásának eszközeként viszonyultak a vízhez – akiknek erre módjuk volt – egészen az épületekbe, a fogyasztás helyéig vezették a vizet.

2.1.2. Vízellátás a lakosság számára az ókorban

Az épített vezetékes vízellátás kezdeteinek nyomát több ősi kultúra romjai közt megtalálhatjuk. Az indiai Mohenjo-daro és Harrapa városokban az időszámításunk előtti 4–3. évezredből származó, a teljes várost behálózó csatornarendszer leletei kerültek elő, ami a vezetékes vízellátás meglétét is valószínűsíti (ANDAI P. 1959). Az ókori Egyiptomban mintegy 5000 évvel ezelőtt már létezett rézből készült vízvezeték. Ezeket a vízvezetéseket a klimatikus viszonyoktól függően épített kutakból, illetve vízmedencékből látták el, amely medencéket a folyó- és csapadékvizek táplálták. A potamikus kultúrák városainak vízellátása nagyrészt a folyókból történt, közvetlenül a folyómederből kiemelt, mesterséges csatornában vezetett vízzel, de égetett agyagtéglákból falazott kutak is fennmaradtak. Babilon lakói és a híres függőkertek számára például az Eufrátesztől induló vízvezető csatornák adták a vizet. A szárazabb éghajlatú, időben egyenlőtlen csapadékeloszlású területeken keresztgáttal elzárt völgyeket, épített medencéket, ciszternákat alkalmaztak ivóvíz tárolásra, források vizének felfogására. Ilyen rendszerű volt a Szír-sivatagban fekvő Palmira város, illetve Karthágó

vízellátása. A települések ellátását szolgáló medencék az ókor jelentős építményei, osztott terű, esetenként 3–4 emeletes, födémboltozatos kiképzésű, földalatti tárolók. Ezek mellett az egyes lakóházak alatt is létesültek kisebb medencék. A vízellátó létesítményeket sok helyütt vallásos tisztelet övezte, például a Nílus áradásakor az alexandriai csatorna zsilipjeit ünnepi szertartás keretében nyitották meg a vízmedencék feltöltésére. Stratégiai szerepük is jelentős volt ezeknek a vízforrásoknak, vízellátó műtárgyaknak: háborús időkben az ókori hadviselő felek igyekeztek elzárni, megsemmisíteni, elszennyezni az ellenség vízutánpótlását. Emiatt a későbbi korokban a vezetékeket a föld alatt építették ki, a forrásokat, kutakat álcázták, elrejtették.

A vízellátó rendszerek kiépítése számos helyütt igazi építési bravúrnak tekinthető az adott kor technikai lehetőségei mellett. Ilyen szempontból a sok eset közül kiemelhető a görög Számosz város, avagy a pergamoni királyi vár vízellátása. Számosz vízellátásához az időszámításunk előtti 6. században egy hegyoldalon, 300 m mélyen, mintegy 1000 m hosszú, 2,4 m magas és ugyanilyen széles alagút épült, ezzel a nyomvonal-kialakítással biztosítva, hogy a város minden pontját gravitációs úton lehessen ellátni vízzel. A tenger szintje felett 332 m magasan épült pergamoni királyi vár vízellátásában már a víztisztítás akkor ismert módját is alkalmazták: a kétmedencés ülepítő tisztítási eljárás után került a víz a fogyasztókat ellátó vezetékekbe. A helyi szintbeli adottságok és a választott vízkezelési megoldás következtében a vízvezetéknek mintegy 20 bar nyomást kellett üzemszerűen kibírnia, ami vastag falú csövek alkalmazását feltételezi, valószínűleg bronz anyagból. Mindez az időszámításunk előtti 3–5. században került megépítésre és évszázadokig látta el funkcióját.

Zárt vezetékes vízellátó építmények maradványait a közép- és dél-amerikai ősi kultúrák romjai között egészen a közelmúltig nem sikerült felfedezni. A mezőgazdaság terméseredményei alapján a növénytermesztésben feltehetően alkalmazták az öntözést, ami az ehhez szükséges csatornák kiépítését valószínűsíti. A régészeti leletek tanúsága szerint ugyanis már i. e. 2500 körül Dél-Mexikóban a földművelés biztosította az elfogyasztott élelmiszer mintegy 25%-át, és ez az arány egy évezreddel később már 40%-ra emelkedett (SALAMON K. 2011).

Újabb kutatások alapján a földművelés terméseredményeinek javítására kiépített öntözőcsatornák az öntözővízen kívül egyéb haszonnal is jártak a mezőgazdaság számára. A magas fennsíkokon a teraszos földműveléshez 200 m hosszú, 6 méter széles földsávokból, egymástól 1–1 méter magassági szintbeli távolságra töltésföldeket alakítottak ki, amelyeket 3 méter széles öntözőcsatornák választottak el egymástól. Ezek a csatornák az öntözővíz mellett a termőföld feltöltését és a talajerő javítását szolgáló, tápanyagban gazdag üledéket is biztosították a növénytermesztés számára, és vizük ezen kívül egyfajta hőakkumulátorként is

funkcionált: a nappal elnyelt hőt éjszakánként visszasugározta, ezzel mérsékelve az egyes napszakok között a nagy hőmérséklet-különbséget. A termesztett növények környezetében így létrehozott relatíve egyenletes hőmérsékletű mikroklímának köszönhetően az akkori hagyományos növénytermesztéshez viszonyítva közel tízszeres terméshozamot értek el¹ (HANCOCK, G. 1997).

A mai Bolívia területén található Tiahuanaco város preinka vallási és kultikus központként 400 és 900 között élte fénykorát. Építményeinek koráról a történészek között nincs megegyezés, a legújabbnak értékelő becslések i. e. 1000–1200 környékére teszik kezdeteit, de elfogadott a város első építményeinek keletkezési idejeként az i. e. 15000–10000 korszak is. A város 3850 m tengerszint feletti magasságban, a Titicaca-tó partján, az Andok vizekben bővelkedő keleti lejtőjén épült. Bazalt, andezit, diorit, homokkő és mészkő anyagú, vésett díszítésekkel ellátott megalitikus építményekből áll, és a nagyobb épületek köveibe vízvezető csatornákat (vájatokat) készítettek, de vízellátásra szolgáló építmények nyomai nem maradtak fenn.

Régészeti leletek híján a nyomás alatti vízellátó rendszer meghonosítását az Újvilágban a spanyol hódítóknak tulajdonították egészen 1999-ig, amikor Palenque maja romvárosban térképezési munkálatok közben vízvezetékét fedezték fel (BERWYN, B. 2010). Az alagútszerűen kiképzett vezeték forrás táplálta, lejtési viszonyai és áramlási irányban szűkülő keresztmetszete miatt a kilépő víz akár 6 méter magasra is felemelkedhetett (IVICSICS M. 2010). Az építkezések számára szűkösen rendelkezésre álló hely jó kihasználása érdekében a vezetékeket a föld alá építették.

A legtöbb információval az írásos emlékeknek is köszönhetően a Római Birodalom vízvezetékeiről rendelkezünk. Széleskörű információt nyújt többek között Sextus Julius Frontinus római szenátor "De Aquis Urbis Romae" című műve. Frontinus kiváló mérnök volt, i. sz. 97-től a római vízvezetékrendszer felügyelőjének nevezték ki, ez idő alatt írta fenti művét (MARÓTI E. 1987).

Az ókori építészet másik fontos leírása Vitruvius Pollio tíz kötetes műve, a *De architectura libri decem*. Vitruvius szintén a Krisztus előtti első században, Julius Ceasar és Augustus idején élt, fenti munkájával kora teljes építéstudományáról nyújt szemléletes képet. A korabeli kivitelezők számára írt művében a vízellátás terén is kimerítő információkkal szolgál a vízellátó rendszer minden szakaszára vonatkozóan. Foglalkozik a források, felszín alatti vizek felkutatásának módszerével, a forrásvíz vizsgálatának módjával a megfelelő vízminőség megválasztása érdekében, és a teljes vízellátó rendszer műszaki kiviteli kérdéseivel is: vezeték nyomvonal

¹ 21 tonna/hektár burgonya

kitűzése, szintezése, csőanyag, lejtésviszonyok, szellőztetés, elzárási lehetőségek javításhoz stb. (ANDAI P. 1959).

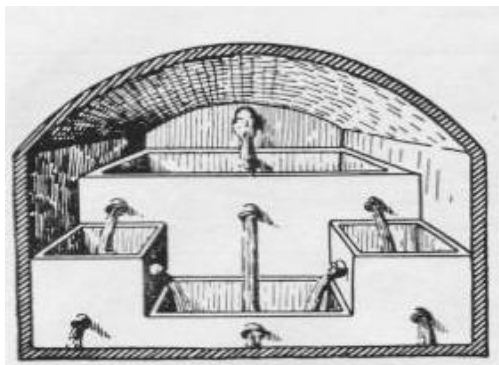
A vízellátó létesítmények ókori jelentőségét, szerepét tükrözi számos történeti műben való megemlékezésük, leírásuk. Így például ezeknek az alkotásoknak a színvonalát jelzi az időszámításunk előtti 1. században Halikarnasszoszban élt görög-római történész, Dionüsziosz leírása is. Véleménye szerint a Római Birodalom legnagyobb és leggyakoribb alkotásai a vízvezetékek, a kövezett utak és a szennyvízcsatornák, részben a funkciójuk, részben a költségigényességük miatt (GRÜLL 2009).

Ahogy a többi emberi település esetében, eleinte Rómában is a folyó, a Tiberis és források vizét használták fel a vízigények kielégítésére. A városlakók növekvő számával megemelkedett a szükséges vízmennyiség is. Az egyre kiterjedtebb város folyótól távoli részeinek ellátása vízhordással nehézkes volt, emellett a nyári hőségekben a Tiberis folyó felmelegedő vize kifogásolható volt. Így Claudius Appius szenzor országjárása idején, i. e. 312-ben megkezdődött az első vízvezeték, az Aqua Appia építése. A vezeték egy Rómától keletre, a tenger szintje fölött 62 méternyire fakadó forrás táplálta. Maga a vezeték 1,6 m magas, 0,88 m széles, 16,5 km hosszú falazott kőcsatorna, nagyobb részben föld alatt került kiépítésre. Az ismert római vízvezetékek közül ez halad a legmélyebben. Kapacitása 73 000 m³/nap volt. A Birodalom gazdasági erejének és Róma város lakószámának növekedésével újabb és újabb vízvezetékek, ún. aqueductusok (aqua – víz, ductus – vezetett) épültek. Constantinus császár idejében, 300 körül már 19 vezeték, összesen mintegy 416 km hosszúságú hálózat látta el a várost ivóvízzel, naponta több mint 1 000 000 m³-t szállítva. Az aqueductusok 47 km hosszúságban (kb. 11%) haladtak a földfelszín felett, sok esetben 20–30 méter magas íveken, völgyhidak, több emeletes árkádok tetején. A vezeték vizének 44%-a nyilvános létesítmények (szökőkutak, közcélú kutak és vízmedencék), 38%-a a lakosság és 19%-a a császári udvar igényeit elégítette ki (LIERMANN, B. 2002).

A rómaiak különbséget tettek az egyes vezeték vizének minősége között. Legjobbnak a források táplálta vezeték vízminőségét tartották, kevésbé jó volt a folyóvizek, még kevésbé a tavak vizének minősége. A legegészségesebbnek, hőmérsékletét tekintve is legjobbnak a több forrás által táplált Aqua Marcia aqueductus vizét tartották, amely egyúttal a leghosszabb vízvezeték is volt. Ennek vizét ivóvíz ellátáson kívül másra nem lehetett használni, rendelet tiltotta. Ezzel szemben például az Anio folyóból megtáplált régebbi vezeték (Anio vetus) csak kertek öntözésére, illetve kevésbé tiszta vizet igénylő célokra használták (pl. vízi cirkusz, vízimalmok hajtása). Az **ivóvíz** és az ún. **üzemi víz** megkülönböztetése tehát már ebben az

időben ismert volt. Az iparosok időben erősen változó vízfelhasználása miatt kialakult vízszintingadozás kiegyenlítésére víztárolókat építettek.

A vízellátó rendszer kialakításával a vízhez jutás elsődlegességét is szabályozták. Ehhez a vezetékbe a városba lépés előtt, illetve a város több pontján is kiegyenlítő, elosztó medencét iktattak. A kiegyenlítő medencéhez egy három rekeszes medence kapcsolódott. A kiegyenlítő medencéből a víz a két szélső rekeszbe jutott, a középső rekeszt a szélső medencék túlfolyója táplálta (2.1-1 . ábra). A középső medencerészből kaptak vizet a városi közkutak, szökőkutak, medencék, az egyik szélső medence a nyilvános fürdők, a másik a magánházak vízellátására szolgált. Így érték el, hogy mindig jusson elegendő vízmennyiség a közfogyasztásra, azt ne veszélyeztesse a magán lakóházak túlzott vízfogyasztása.



2.1-1. ábra: Kiegyenlítő és elosztó medence Vitroviusz nyomán.
Forrás: ANDAI P. 1959.

A vízvezetékek anyaga eleinte habarccsal, betonnal vízzáróvá tett, kőből kialakított nyitott cső, később fa, égetett agyag- vagy ólomcső volt (bár ez utóbbinak egészségre veszélyes tulajdonságait már ismerték). Az ólomcsöveket lemezből, hajlítással készítették, a csatlakozást ólommal forrasztották össze. A kb. 3 méter hosszúságú csöveket egymásba tolással, vagy ólomlemez karmantyúval rögzítették egymáshoz. Az ólomcsövek keresztmetszete mandula alakú volt, olyan kialakítással, amely a csőben létrejött 3 bar nyomáson kezdett deformálódni, és 8 barnál érte el a szabályos kör keresztmetszetet (ANDAI P. 1959).

A lakosság a vizet vagy a lakóházakba bevezetve vagy közkutakról vehette igénybe. A fogyasztókat közvetlenül ellátó vezeték csak az elosztó medencékből indulhattak, hogy ezzel megvédjék a közcsöveket a sűrű megfűrésok gyengítő hatásától. A csővezetékben a víz nyomása nem volt elegendő ahhoz, hogy felvezethető legyen a bérházak emeleti lakásaiba is, ide korszakkal, csőbröccel vitték fel a vizet a lakók, a vízfordók, a rabszolgák.

Augustus császár idejében a lakások vízellátása ingyenes volt, később ezért a szolgáltatásért fizetni kellett, mivel a hálózatoknak mind a kiépítése, mind a karbantartása magas kiadást jelentett a kincstár számára. A lakóházakban a vízfogyasztás után fizetendő díjat egy, az ellátó vezetékbe épített, szabványosított kialakítású és átmérőjű mérőcső alapján átalánydíjként határozták meg. A kor áramlástan ismereteinek hiányosságai miatt még nem ismerték fel az átáramlott vízmennyiség és a sebesség, illetve a lejtésviszonyok közötti összefüggéseket, ezért a mérési feladatot a beépített mérőkehely látta el. Az ólomcsövek alakváltozásuk miatt nem voltak alkalmasak mérőfunkciókra, ezért ezeknek a mérőcsöveknek az anyaga kemény bronz volt. A díjelszámolási viták valószínűleg az ókori Rómában sem voltak ismeretlenek, ezek kiküszöbölését szolgálta a mérőcsövek részletes kialakítása, engedélyezési és beépítési útmutatója.

Constantinus császár idejében a 19 kiépített aqueductus napi 1 080 000 m³ vizet szállított a város vízellátására. Figyelembe véve ugyanebben az időszakban (i. u. 330) Róma lakóinak becsült számát, azaz az egy milliós lélekszámot, elmondható, hogy Róma város teljes vízfogyasztása közel kétszerese Budapest 1965. évi vízfogyasztásának, ahol az ezévi népességszám mintegy 1 900 000. Az egy főre vetített vízfogyasztás tehát Rómában, 330-ban hozzávetőlegesen 4-szerese volt az 1965. évi budapesti vízfogyasztásnak.

A lakossági vízfogyasztás magas értéke mellett a város teljes vízfogyasztását egy főre vetítve szintén magas értéket, mintegy 1 m³/fő, nap értéket kapunk. Ennek oka több helyütt is kereshető:

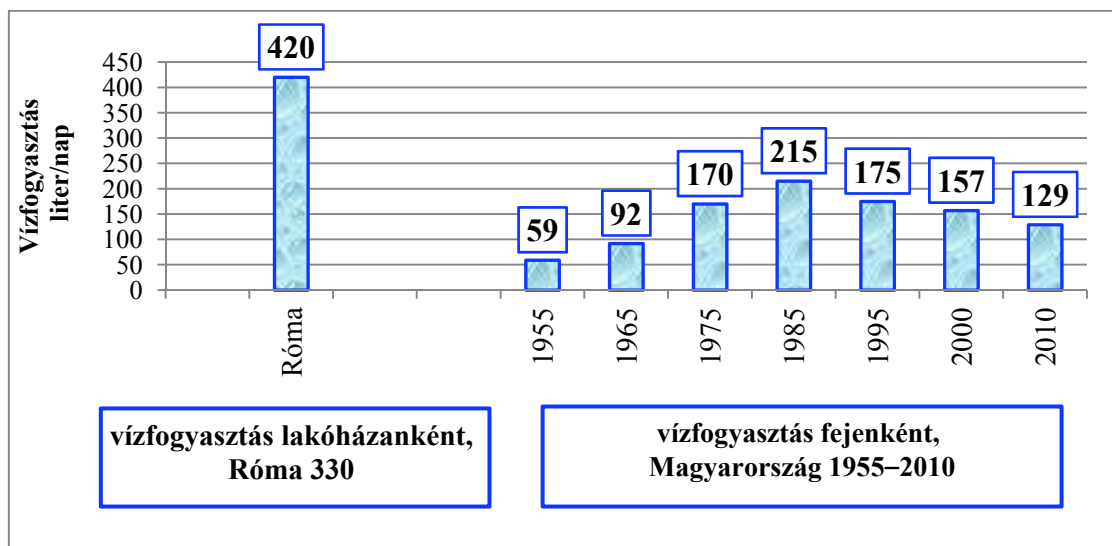
- ebben az időszakban 1200 közkút, 11 császári és közel 900 közfürdő üzemelt Rómában
- az eső-, illetve szennyvízelvezető csatornák tisztítására, rendszeres átöblítésére szintén vezetékes vizet használtak (LIERMANN, B. 2002);
- az utcák takarítását is gyakran vezetékes vízzel végezték (ANDAI P. 1959);
- az iparosok az addigi emberi, illetve állati munkaerő igénybe vétele helyett a víz erejét használták fel (pl. gabonaőrlés) (FERENCZY E. – MARÓTI E. – HAHN I. 1992).

A 2.1-2. ábra bemutatja az átlagos vízfogyasztás nagyságát az ókori Rómában és Magyarországon.

A császárkor első közel 150 évében, a 2. század elejére a legtöbb itáliai városban épült vízvezeték, majd a 2. században a csatornahálózat is. A legtöbb helyen gravitációs működésű vezetéket alakítottak ki. Nyomás alatti vízellátó rendszerre többségében a Római Birodalomnak a mai Itália területén kívülre eső régióiból ismerünk példákat, mint például Aspendos (Törökország), Lyon, Arles (Franciaország), ezeken a helyeken a domborzati viszonyok

következtében akár 12 bar nyomás is kialakult a vezetékekben. A régészeti leletek alapján a nyomásviszonyoktól függően 10 mm és 35 mm falvastagságú ólomcsöveket alkalmaztak (ANDAI P. 1959).

A magasabb költségigények miatt, ahol lehetett, kerülték a nyomás alatti rendszerek kiépítését. A provinciákban a vízvezeték építése a helyi lakosság feladata és költsége volt, a római katonák csak a Birodalom számára stratégiai vagy egyéb szempontból fontos területeken vettek részt az építésben. A kivitelezéshez nagy arányban igénybevett rabszolgamunka ellenére a vízvezeték építése meglehetősen költséges volt, becslések szerint 1 km vezeték megépítése mintegy 2 millió sestertius volt (összehasonlításképpen: a 2. században a legnagyobb ismert magánvagyon értéke 280 millió sestertius volt) (GRÜLL T. 2009).



2.1-2. ábra: Vízfogyasztás az ókori Rómában és Magyarországon 1955–2010 között.

Forrás: ANDAI P. 1959 és PAPP M. 2007 adatai alapján szerk. EÖRDÖGHNÉ M. M. 2012

Az 1–2. század során, a római vízvezetékek kiépülésének korában sok technikai újítás született, illetve terjedt el a vízellátás és szennyvízelvezetés számára is: többszintes vízvezető csatornák, vízkiemelési megoldások, pl. széles körben használatossá vált az i. e. 3 században feltalált archimedesi csavar stb.

A máig feltárt ókori vízvezetékek között a leghosszabb 335 és 440 között épült Konstantinápoly (ma Isztambul) vízellátására. A számítások szerint a 450 km hosszú vezeték napi 130 000 m³ vizet szállított a városba.

A Római Birodalom bukása után a vezetékek sorsa az adott terület hódítóitól függött. A germán Theodorik kijavíttatta az elfoglalt Rómában a vízvezetékek egy részét. A gótokkal vívott háború során 14 vízvezeték leromboltak, és ezekből később kettőt, a Claudia-t és a Traiana-t helyreállították. Ezek egyike lett az, amelyik a legtovább működött, a Traianus aquaduct 549-ig. A vezetékek helyreállítása több mint 200 évvel később kezdődött meg, néhányuk ma is üzemel, például a Claudia egy része „Aqua Felici” néven, illetve a Virgo aquaduct a mai Fontani di Trevi (ANDAI P. 1959).

A Római Birodalom provinciáiban az 1–2. században zajlott a városok vezetékes vízellátásának kiépítése. Pannóniában máig 6 aquaductus maradványait tárták fel: Aquincumban (Óbuda) 2, Savaria (Szombathely), Gorsium (Tác), Scarbantia (Sopron) és Brigetio (Szőny) területén egy-egy vezeték. Közülük a leghosszabb a Savariai, mintegy 29 km hosszú (PÓCZY K. 2004). A 2. század során kiépült Sopianae (Pécs) vízellátása a kedvező adottságokat kiaknázva a közeli Mecsek forrásaiból történt, amelyek közül több – Tettye-forrás, Petrezselyem forrás, Vöröskő-kút – ma is jó, használatban lévő vízádó. A korábban kelta és pannon törzsek lakta vidéken feltehetően már voltak előzményei a víz „terelésének”: a város római kori neve egyes kutatások szerint a kelta Sop szóból ered, amely mocsarat, vizes rétet jelent (BENCs J. 2007).

Az aquaductok a Provinciákban elsősorban a castrumok, légiós táborok vízellátására épültek, a hadsereg tervezésében és kivitelezésében, de a bővítések után a városok polgárok, illetve katonák lakta részeit is ellátták vízzel. Ahogyan ma is, a víz állami tulajdont képezett, és a mai viszonyokhoz hasonlóan a vízvezetékek kiépítése jelentette a városok önkormányzata számára a legnagyobb költséget. Pannónia bővelkedett a vízellátáshoz szükséges forrásokban, ennek ellenére előírás szerint a nagy vízigényű üzemek a vezetékes vizet „ipari célra” nem használhatták. A felhasznált víz mennyiségének mérésére a Római Birodalom területén használatos szerkezettől eltérő megoldást találtak Brigetioban: a vízcsapra szerelt kalibrációs leolvasóval. Egy ilyen bronz vízcsap a ráforrasztott ólomszerkezet csatlakozótagjával fennmaradt a régészeti leletek között.

A kedvező vízrajzi adottságok Pannóniában a fényűzést kedvelő rómaiak korában a fürdőkultúra széleskörű elterjedéséhez járultak hozzá: nemcsak higiéniai célokra, de felüdülésre, gyógyításra is használták a karszt- és termálforrásokat. A Budai-hegység forrásai egy mélyszerkezeti tektonikus vonal mentén lesüllyedt mezozoós karbonátos közettömegben megtartott, felmelegedett karsztvíz készletet képviselnek, amelynek magas sótartalma különböző betegségek kezelésére tette alkalmassá ezeket a vizeket (LOVÁSZ GY. 2009). Ezt a tulajdonságát a budai forrásoknak már a rómaiak felismerték, és több fürdőt építettek a

városokban, Aquincumban eddig összesen 18 fürdőt azonosítottak, közfürdőket, katonai fürdőket, illetve magánfürdőket (KABA M. 1991).

A vezetékes vizet a keletkezett szennyezőanyagok elszállítására is felhasználták, ahogy ezt nyilvános vízöblítéses WC-k fennmaradt alépítményei tanúsítják közfürdőkben vagy például Aquincum központjában. A mai modern korunkban előtérbe kerülő **szürkevíz-hasznosítás** egy formája szintén ismert volt már az ókorban is: a közkutak túlfolyó vizét díszkutakba, szökőkutakba vezették, a közfürdők használt vizét a csatornahálózatba juttatták, és ezt a vizet a továbbiakban utcák tisztántartására, illetve vízöblítéses illemhelyek szennyvíz elvezetésére, hulladék elszállítására vették igénybe, újból hasznosítva az egyszer már felhasznált vezetékes vizet.

A Római Birodalom szétesésével a fürdőkultúra is erős hanyatlásnak indult. Ebben a gazdasági erő megcsappanása és a társadalmi viszonyok megváltozása mellett valószínűleg a kereszténység terjedése is szerepet játszott. A ruhátlan test látványát – különösen csoportosan – a katolikus egyház elutasította, ez is oka lehetett annak, hogy a fürdőélet a vallás terjedésével visszafejlődött.

2.1.3. Az út az első magyar vízvezetékek koráig

A Római Birodalom bukása után, a népvándorlás időszakában a vízvezetékek fennmaradásához szükséges több feltétel is megszűnt:

- hatalmát veszítette az üzemeltetés költségeit és személyi infrastruktúráját biztosító városi vezetőség;
- a megváltozott életmód következtében, az igény sem állt fenn a vezetékes vízellátásra.

A gyakori háborúk miatt célszerűbb volt fedezni a vízigényeket a városfalon belül, védett helyen található kutakból, ciszternákból, mint vízvezetékekből, amelyek az ellenség számára könnyebben hozzáférhetőek voltak.

Magyarország területén a régészeti kutatások alapján a legrégebbi, római korból származó ásott, kővel falazott kút Gorsiumban található (BENCS J. 2007).

A honfoglalás utáni időszakban a vizek felhasználása a korábbinál alacsonyabb technikai szinten történt: többnyire a fogyasztó ment a víz természetes helyére, nem használtak kiépített vezetékeket a víz lakóhelyükhöz juttatására. Az alacsony népsűrűség, kevés lélekszám mellett ez még kivitelezhető volt. A víz másik fontos, gazdasági szerepe miatt a mozgó szálláshelyeket felváltó állandó települések helyét a természetes felszíni vizek közelében választották meg,

jelentős szerepe volt ugyanis ebben a korban a halászatnak. A Kárpát-medence vízrajzi adottságait jól fel tudták használni a létfenntartáshoz, gazdálkodási módjukat az időszakos elöntésekhez igazították, kiaknázták annak előnyeit. A termékennyé tevő iszaphordalék, az időszakos vízborítás és elöntés a legelők fütermésének, a vízkedvelő növényeknek és a lefolyástalan tavak halállományának egyaránt jót tett, kialakult az ún. fokgazdálkodás rendszere, amely a későbbiekben sok társadalmi és gazdasági előnyhöz juttatta az országot. Lakóhelyeiket – megfigyelve a folyók vízjárását – a víz által nem veszélyeztetett magasabb fekvésű területeken építették meg, a természeti folyamatokkal összhangban alakították életüket. Újabb kutatások szerint már az államalapítást követő évszázadokban a folyóktól induló csatornarendszer hálózta be a Kisalföldet, a Duna alföldi szakaszának partjait, a Tisza és a Körösök völgyét (TAKÁCS K. – FÜLEKY GY. 2001). A feltárt Árpád-kori csatornákat feltehetően főleg öntözésre, tógazdálkodásra használták.

A tatárjárás után megindult várépítési hullám során fellendül mind az ivóvíznyerésre, mind a szennyvíz elvezetésére szolgáló infrastruktúra építése. A várak, védelmi építmények számára fontos volt a saját vízbeszerzési lehetőség megteremtése, ez a védhetőségnek is kritériuma volt. Sziklába mélyített 50–60 m-es kutak, illetve a felszíni vízfolyások közelében a hordalékos rétegekbe süllyesztett, sarokbástyával, ún. rondellával védett kutak maradványai egyaránt megtalálhatók várainkban. A szennyvizet a várból legközelebbi természetes vízfolyásba vezették, ami a vár körül lakók tiszta vízhez jutását nehezítette.

2.1.4. A vízellátás és településrendszer együttfejlődése

A mindennapi élethez szükséges víz igénye az emberek közvetlen életterében, a településeken koncentrálódott, így a vízellátási módszerek fejlődése szoros kapcsolatban állt a településrendszer változásaival. A Magyarország területén lezajlott településfejlődés szerves, a társadalmi-gazdasági változásokból természetesen adódó folyamatát három történelmi kataklizma is megzavarta (KÖSZEGFALVI GY. – LOYDL T. 1999).

A települések első, relatíve kiegyensúlyozott fejlődése a XIII. század első harmadáig tartott, amelyet a tatárjárás szakított meg. A következmények közül a legsúlyosabb a nagyarányú népességszám csökkenés volt. A kor alacsony színvonalú épületállománya (tapasztott kunyhók, vert falú házak stb.) és a vízhez jutás céljára kiépített kezdetleges létesítmények is nagyrészt áldozatul estek a hordák rombolásának. IV. Béla ezen időszak után rendelte el a kővárak építését, városok, nagyobb települések kőfallal történő körülkerítését. A gazdasági megerősödés után megindult faluhálózat kialakulása is a városok a fejlődése mellett. A

XIV–XV. században felgyorsult társadalmi-gazdasági fejlődés fő mozgatórugói közé tartozott a kereskedelem mellett a mezőgazdaság és a bányászat, amelyek igényelték a víz rendelkezésre állását, így a termelési célú vízellátási megoldások fejlődésével együtt a mindennapi vízszükséglet biztosítására is nagyobb figyelem jutott.

A törökkel vívott harcok és a másfél évszázados hódoltság időszaka másodszorra szakította meg a települések fejlődési folyamatát, mind gazdasági/fizikai, mind kulturális szempontból. A középkorban virágzó területek lepusztultak, a katonai rombolás áldozataivá váltak. Az Alföldön néhol – művelés hiányában – a felszíni vizek is kiapadtak. A sűrű aprófalvas hálózat népessége a könnyebb védhetőség érdekében koncentrált, nagyobb településeket alakítottak ki. A békés időszak bekövetkeztével lakóhelyként továbbra is ezeket a nagyobb településeket használták, a földjeik műveléséhez tanyát építettek maguknak a földjeiken (MIKLÓSSY E. 2011). A korábbi faluhálózat helyett így egy egyedi, magyar településrendszer fejlődött ki, a mezővárosok-tanyák kettőse. Vízellátás szempontjából értékelve ezt a település-struktúrát, a lakó- és termelő funkciók térbeli szétválásával mindkét helyen biztosítani kellett a nélkülözhetetlen vizet. A mezővárosokban a lassú polgárosodás révén nőtt meg az igény a víz iránt, a tanyákon viszont a víz „termelőeszköz” volt.

A harmadik, országunkat sújtó csapás az első világháború elvesztése utáni helyzet, a trianoni békeszerződés. Mivel ebben az időszakban még nem voltak kiterjedt, regionális vízellátó hálózatok, így a vízi infrastruktúra szempontjából a diktátum negatív hatásai a helyi vízművek dombvidék-síkvidék szerinti aszimmetrikus kiépítettségéből adódóan abban nyilvánultak meg, hogy a vízműveknek csak kisebb hányada maradt az új országhatárokon belül.

A fenti három eseménysorozat a vízellátás fejlődésén is éreztette hatását, az alkalmazott megoldások az aktuális települési környezethez, a kor követelményeihez, lehetőségeihez igazodtak.

A tatárjárást követően a védhető települések építésével együtt az alapvető vízellátást szolgáló létesítmények, főleg kutak, ciszternák kialakítására került sor.

A törökkel vívott háborúknak több település vízellátó vezetékai estek áldozatul, stratégiai célpontként lerombolták, elszennyezték azokat. A hódoltság időszakában a központi vízellátási fejlesztések többségében a fürdőkultúrát szolgálták. A rituális tisztálkodás céljait szolgáló melegvizes fürdők – ilidzsák – épültek ebben az időszakban. Az oszmán-török birodalomban a városi közmű létesítmények fejlettsége a XV–XVI. századi magyarországi rendszerek színvonalát nem érte el, így a vízellátás területén a hódoltság kora nem hozott kiemelhető fejlődést. A fürdők ellátásához létesített vezetékek maradványainak feltárása Pécsen egy a

korábbtól eltérő technológiát tett ismertté: a csövek finoman iszapolt agyagból készültek, és a kiégetés után szürkére színeződött csövek illesztéseit oltott mésszel tömítették – már itt példát találhatunk a vezetékes vizek fertőtlenítésére. A mechanikai igénybevételeknek valószínűleg csak kisebb mértékben ellenálló cső élettartamát a cső fektetési módszerével próbálták meghosszabbítani: helyenként törekkkel kevert habarcságyba helyezték (BENCs J. 2007).

A középkorban a vezetékes vízellátást – gazdasági erő igénye miatt – csak a nagyobb települések, városok engedhették meg maguknak. A falvakban több család összefogásával kiépített kutak szolgáltatták az ivóvizet. Egy 1424. évi peranyag iratai szerint nyolc-tíz jobbágytelekre jutott egy vízáadó kút. Míg a tiszta vízhez jutás érdekében épültek – főleg a tehetősebbek, várak, kastélyok lakói számára – hosszabb, a településen kívülre nyúló vezetékek, addig a szennyvíz elvezetésére nem áldoztak nagyobb anyagi erőt, a várfalon kívül véget ért a szennyvízes vezeték. Ez a várak körüli kutak vízminőségét erősen kifogásolhatóvá tette, mivel ezek a kutak még viszonylag kis mélységből vették a vizet. Az ilyen kutak vize a felszínről beszivárgó szennyezések miatt gyakran vált fertőzések, járványok okozójává.

A középkor művelt embereinek elképzelését arról, hogy mi a szerepe a víznek egy város életében jól illusztrálja Comenius 1653-ban írt, saját rajzaival illusztrált Orbis Pictus című munkája. A 123. kép leírása: „... Az utcákon vannak a merítő kutak. A folyóvíz vagy patak, melly a városon általfoly, szolgál a gaznak [ti. a városi szennynek] kitisztítására, a partján félre való helyeken a perváták [= árnyékszékek]. A kötet utánnnyomásának XCI. képe látható a 2.1-3. ábrán. A képhez fűzött ismertető a könyvben: „A föld alatti csatornák (23 jellel az ábra jobb szélén) elvezetik a szennyet a folyóba (24) vagy patakba, amelyik arra folyik.”.



2.1-3. ábra: A város belseje Comenius Orbis Pictus könyvében.
Forrás: KOMENSKY, J. A. – POSPISIL, J. 1996.

2.1.5. A természeti adottságok hatása a vízellátó rendszer fejlődésére

Az ivóvízhez jutás szempontjából elkülönül az országon belül a dombvidékek és a folyó menti területek helyzete. A hegyes-dombos területeken tiszta, jó minőségű, de évszakonként változó mennyiségű ivóvíz állt rendelkezésre. A sík vidékeken, időszakosan vízjárta területeken, hordalékkúp-felszíneken viszont elegendő, de sok esetben szennyezett, fertőzött volt mind a felszínről, mind a kutakból nyert víz. Elsőként néhány kedvező adottságú városban – Buda, Visegrád, Pécs – indult meg a vízellátó hálózatok kiépítése, amelyek többnyire jó minőségű forrásvizeket vittek a várak, városok számára. A vízellátás emberi erő bevonásával is zajlott, a fennsíkon fekvő Buda várát a XIII–XIV. században „prunerrek”, vízhordók látták el (KUBINYI A. 2010). Foglalkozásuk jelentőségét mutatja, hogy adómentességet élveztek.

A vízigények, ahogy ma is érzékeljük, a városiasodás terjedésével növekedtek meg. Főleg az uralkodók kényelmi igényeinek kielégítése vált a mozgatórugójává a fejlettebb vízellátási megoldások kifejlesztésének. A városokon belüli kutak, ciszternák korlátozott mennyiségű vizet tudtak biztosítani, utóbbiaknál a víz tárolása során vízminőség romlás is előfordult. A településeken kívüli vízforrások felhasználására működését tekintve három féle megoldást ismertek:

- a gravitációs áramlással működő vezetéket;
- szivattyús vezetéket, amely emberi, illetve állati erőt igényelt;
- a közlekedő edények elvén működő nyomás alatti vezetéket.

A fenti megoldásokat a terepadottságok és a kor technikai lehetőségeinek ismerete korlátozták. A felsorolás sorrendje a módszerek magyarországi időbeli elterjedésének felel meg. Az alkalmazott „szivattyúk” természetesen inkább csak a működés eredményének tekintetében hasonlítottak mai társaikra. Az, hogy mégis megelőzték az egyszerűbb kialakítású közlekedő edények elvén működő rendszert, valószínűleg annak köszönhető, hogy a mechanikus szerkezetek kifejlesztése kevésbé igényelte a mélyebb elméleti összefüggések ismeretét, ami feltétele a harmadikként felsorolt rendszer építésének.

A gravitációs vezetékekkel a városok megfelelő domborzati adottságait lehetett kihasználni. A településhez közeli dombokon kiépített forrásfoglalással szerzett vizet vezették – többnyire cserépcsővekben – a mélyebben elhelyezkedő központi városrészekben kiépített, állandóan vizet adó csörgőkutakhoz. Innét vihették a vizet a házakba vízhordó kocsikkal, vagy korszókkal. Nagyobb településeken a forrásfoglalástól induló vezetékekről, vízvezető folyókákról oldalirányú leágazásokkal több csörgőkutat is kiépítettek.

A szivattyúk alkalmazása a vízellátásban az ókori archimedesi csavar feledésbe merülése után a XIV–XV. században kezdődött újra. Itt a nagy gazdasági hasznót hajtó bányászat fejlesztése érdekében folytatott kutatások hozadéka is élvezhető volt: a bányászati munkákhoz gyakran volt szükséges a tárnákból, vágatokból a víz kiemelése, eltávolítása, ehhez különféle vízemelési, szivattyúzási megoldásokat hoztak létre. Ezt az a tény is tanúsítja, hogy az Európa-hírű Selmezbányai Bányászati Akadémián nagy magasságú vízemelést tanítottak. A terepadottságok az ivóvíz ellátásban is sok helyütt szükségessé tették a víz felemelését. Így például a Budai Vár vízellátása sem volt lehetséges gravitációs úton a vár vízforrásokhoz viszonyított szintbeli elhelyezkedése miatt, így nagyobb mennyiségű víz biztosításához csak a szivattyúzás volt a járható út. Ennek a módszernek az akkori létezésére számos régészeti és levéltári kutatás szolgál bizonyítékkal, bár rekonstruálható leletek máig nem kerültek elő. ZOLNAY L. (1975) kutatásai szerint az Anjou-korban épült az a zárt folyosót alkotó kortina, amelyben a várat ellátó vízvezeték került elhelyezésre. Ezt a vezetéket korszerűsítette később Zsigmond király, és 1416-ból már leletek bizonyítják a vár Duna vízzel történt ellátását, valószínűleg Hartmann nürnbergi csökövác, rézműves mester munkálatainak köszönhetően. Az északi bástyában kiépített vízmű működési elvéről nem maradtak leírások, csupán a meghajtásáról: 1716-ig emberi erő hajtotta fel a vizet, ezután lovakat vettek igénybe erre a feladatra. A vízemelő szerkezet lehetett akár a már az ókorban is ismert elvű dugattyús szivattyú, akár vödörsoros vízkerék, az emberi vagy állati energiával működő hajtómű pedig taposókerék vagy járgányos szerkezet (FÉNYES G. 2007). Leírások szerint 1 ló 2500 l vizet tudott feljuttatni óránként a várba. A vízemelő szerkezetet 1791-ben Kempelen Farkas korszerűsítette.

A közlekedő edények elvén működő vízvezeték kialakítására szintén csak megfelelő domborzati viszonyok esetén volt lehetőség, így a hegy/dombvidékek lábánál épült települések, pl. Buda előnyösebb helyzetben voltak. A budai hegyekre a források vízgyűjtő területén nagy arányban megtalálható karsztos rögök leszívó hatása miatt általános vízszegénység jellemző. Az édesvízi mészkőbe, löszös rétegekbe leszívargó csapadékvizek a budai márga vízzáró rétegeit elérve kisebb-nagyobb hozamú források formájában léptek a felszínre. A három legbővebb vizű forrás a Város-kút (24 liter/perc), a Béla király kútja (11 liter/perc), és a Disznófő (5,6 liter/perc), ezek jelenthették az alapját a Budai Vár vízellátásának Mátyás király uralkodása idején (SZABLYÁR P. 2005).

Más régészeti kutatások (BERTÓK L. et al. 2006) kis különbséggel a svábhegyi és orbánhegyi források, a Városkút (354 m t. sz. f. m.), Béla király kútja (342 m t. sz. f. m.) és a

Svábkút (250–260 m t. sz. f. m.) összefogott vizét találták a Budai Vár vízellátását biztosító vízbeszerzési lehetőségnek. A forrásvizet egy a lapályos, mélyen fekvő Vérmező területén levő medencébe vezették. Innen a források magasabb elhelyezkedéséből adódó hidrosztatikai nyomás juttatta a vizet a mintegy 160 m magasságban található Szentháromság téri díszkútba. A mintegy 100 m szintkülönbség elegendő volt a csővezeték okozta ellenállás leküzdésére. A díszkút folyamatosan működött, mivel a záraskor-nyitáskor fellépő nyomásváltozást a kor csővezetékei nem viselték volna el rongálódás nélkül. A túlfolyó vizeket további csorgókutakba vezették (SZABLYÁR P. 2005). A csővezetékek anyagaként – ahogy már a római korban is – a fát, nyers vagy égetett kerámiát, bronzot, ólmot, ónt és később a vasat használták. A fából vágott vezetékeket szurokkenéssel tették vízzáróvá. Magyarországon gyakori volt a belül mázas cserépcső alkalmazása is.

A megnövekedett vízigények kielégítésére a forrásoktól jövő vezetékeket 1784-ben Tumler Henrik irányítása alatt nagyobb átmérőjűre cserélték, így ezután a Budai Várban már négy közkút működhetett: a Fő téren (mai Szentháromság tér), a Dísz téren, a Kapisztrán téren és a Hess András téren.

Bár mindegyik fenti vízellátási megoldás a kor technikai lehetőségeihez mérten magas színvonalú volt, mégsem tudták a teljes szükséges vízmennyiséget biztosítani. Emiatt már a középkorban igénybe vették a víz árának nagyságát a felhasználás mértékének befolyásolására: egy 1522-ből származó víz árjegyzék szerint a víz húsvétól Mihály-napig olcsóbb volt, mint ősszel vagy télen.

2.1.6. Vízellátás – közegészségügyi feltétel

Magyarországon a kései feudalizmus korában érdekes ellentét alakult ki a vagyoni helyzet és a víz használata között. A tehetősek körében – akik számára elérhető lett volna a felhasználás helyére vezetett tiszta víz luxusa – a víz iránti igény csak a kertekkel és a konyhákkal kapcsolatban merült fel, a kastélyok ténylegesen lakás célját szolgáló szárnyaiban nem. Vízet ritkán ittak, fürdőszobát nem építettek, hordozható WC-t használtak. A szegény néprétegek viszont az anyagiak hiánya miatt mind ivásra, mind – a kor igényei szerinti – tisztálkodásra vizet használtak.

Ez a víz a természetközeli épült települések, falvak számára helyi kutakból hozzáférhető volt, de a lakosságot folyamatosan koncentráló városokban az egészséges víz beszerzése problémát jelentett. A XVII–XVIII. században a növekvő lakosságszámú városokban egyre sürgetőbb feladattá vált a vízellátás, szennyvízelvezetés megoldása. Ezt először a meglevő,

sokszor leromlott állagú vízvezetékek rekonstrukciójával, később a hálózat bővítésével tették meg. Az első, korszerűnek nevezhető, megtervezett vízvezetékrendszerek a felvidéki bányavárosokban, illetve a környező településeken (Zólyomújfalu Besztercebánya mellett, Újbánya stb.) épültek a XIX. század elején. Jelentős előrelépést hozott az artézi kutak fúrása az 1830-as évektől kezdődően, bár igazi lendületet az artézi kutak elterjedésének az 1866-ban Harkányban, Zsigmondy Vilmos által létesített 37,7 m mély, 62,5 °C-os termálvizet adó kút sikere adott.

Ettől kezdődően a fúrt kutak száma rohamosan nőtt: 1886-ban 56, 1890-ben 350, 1895-ben 1087, 1900-ban 2400, 1935-ben 6000, 1939-ben 11 000 darabot tartottak nyilván.

A vezetékes víz iránti igény számszerű nagyságát a XIX. században a Budai Vízmű 1855-ben tervezett bővítésekor használt tervezési adat mutatja: személyenként 1 akóra, mintegy 55 literre tervezték a napi vízigényt. A hálózati vízvesztesség fogalma már ebben az időszakban sem volt ismeretlen, ugyanis ez okozta a vízellátó rendszer nem kielégítő működését: nagy volt a szivárgás miatti vízvesztesség, és a rossz minőségű csövekbe szennyezőanyagok is bejutottak. A szennyezett Duna-víz által terjesztett pusztító kolerajárvány után, 1869-ben került sor a Pesti Vízmű üzembe helyezésére, amely a néhány évvel később egyesített Budapestet is ellátta vízzel. Említésre érdemes ezen vízmű első igazgatójának, Wein Jánosnak a neve, aki kora szemléletével ellentétben, ma is helytálló gondolatmenettel az ivóvíz természetes úton történő megsűrítése mellett döntött. A szennyező-forrásként működő várostól távoli, káposztásmegyeri partszakaszra tervezte a vízbeszerző kutakat, és természetes szűrőanyagként a Dunapart homokos-kavicsos rétegeit vette igénybe. Az ilyen rendszerű kutakat nevezzük parti szűrősűeknek, és máig jelentős hányadát biztosítják az ország vízellátásának.

A vízellátás és szennyvízelvezetés létesítményeinek kiépítéséhez a műszaki ismeretek mellett szükség volt a jogi, közigazgatási, tulajdonosi viszonyokat rendező háttérre. Ezt szolgálta a Kvassay Jenő által szorgalmazott kultúrmérnöki hivatalok föllállítása, valamint a Vízjogi törvény megalkotása és elfogadása 1885-ben. Ezek a körülmények teremtettek lehetőséget a vidéki városok, falvak vízellátó közműveinek megépítésére. 1898-ra Magyarország 166 faluja rendelkezett összesen 244 vízvezetékrendszerrel, mintegy 1,5 millió embert juttatva egészséges ivóvízhez (BENCS J. 2007). Ez az 1,5 milliós szám mintegy 8%-át jelentette a teljes népességnek (BASKA G. – NAGY M. – SZABOLCS É. 2001). Ezek a kisebb vízvezetékrendszerek főleg a Felvidéken és Erdélyben épültek, ahol az ivásra alkalmas víz biztosítása, kitermelése kevésbé volt költséges. A lefolyástalan medencékben található települések környékén ugyanis, főleg a sűrűn beépített területeken a talajvíz felső rétege nagymértékben elszennyeződött. A

kontamináció mértékét a talaj típusa, a talajvíz mélysége és a víztározó réteg nagysága befolyásolta (LÉNÁRT CS. – BÍRÓ T. 2001). függő mértékben, jó minőségű vizet adó kutat csak a települések peremén, illetve mélyfúrással lehetett létesíteni. Az Alföld települései számára az egészséges ivóvízhez jutás az artézi kutak elterjedésével vált lehetségessé. Magyarországon a XIX. század végén a vízadó kutak 42%-a, 555 artézi kút volt, ezeknek 44%-a az Alföldön létesült (HALAVÁTS GY. 1896). Az egyre nagyobb számban épített felszínre törő vízü artézi kutak folyamatosan működtek, azokat nem látták el elzáró szerelvénnel, ami meglehetősen vízpazarló megoldásnak bizonyult. Hódmezővásárhelyen például a külterületeken létesített nagyszámú kúton kívül 34 db működött a város belterületén. Ezeknek napi vízhozama meghaladta a 9 000 m³-t, míg a város lakosságának vízigénye csak 184 m³ volt naponta. A különbség nagy részét nyílt csatornába, halastavakba vezették feleslegként, mivel a vízvezeték kiépítése kétszeres költséges jelentett az új kút fúrásához viszonyítva. A gyorsan szaporodó artézi kutak vízpazarló használata a megcsapolt vízadók rétegyomlásának csökkenéséhez vezetett, vízadó képességük is csökkent (FÖLDVÁRI L. 1990). Egy idő után az artézi kutak már nem adtak a talaj felszíne fölé emelkedő vizet, az Alföldön sok helyütt kútágast építettek a mélyfúrású kút fölé, így a felszín alatt 5–6 m-re megállapodott vízszintről emelték ki („karolták fel”) a vizet.

Az ivóvíz adottságokban jelentkező területi differenciát mutatja az az adat is, hogy a történeti Magyarországon 49 városi vízmű volt, amelyek közül csak 15 maradt a trianoni határok között, vagyis a vízművek kiépítésében a dombvidékek települései jártak elől, ahol a forrásvizek költségkímélő és viszonylag egyszerű műszaki megoldás alkalmazásával tették lehetővé a vízellátást (BERTÓK L. et al. 2006). A trianoni szerződés előtt a Magyar Királyság és a Kárpát-medence, mint vízrajzi egység területe közel azonos volt. Ezt osztották meg az új, mesterséges határok, és így a hazai folyók vízgyűjtő területének nagy része – elsősorban a Tisza tekintetében – országhatáron kívülre került, a folyók a határon túl zajló természeti, gazdasági folyamatokat közvetítik vízminőség, vízjárás tekintetében egyaránt (ALFÖLDI L. 2005, 2010). A 19–20. század fordulóját követő években az ország lakosságának mintegy 10%-a részesült vezetékes vízellátásban, és ez az arány egészen az első világháborúig tovább javult. A vezetékes vízellátás ebben az időszakban városokban is sok esetben csak a bérházak udvarán kiépített kutakat jelentette, a lakásokba csak a legtehetősebbek tudták a vizet bevezetni. A falvakban ugyanebben az időszakban a vezetékes vízellátás szinte ismeretlen volt. Az első világháborút követően a földrajzi, gazdasági, társadalmi változások következtében a közműfejlesztések, így a vízellátási beruházások is csak külföldi kölcsönök segítségével

folytatódhattak. Az 1925-ben és 1926-ban kibocsátott kötvények, az ún. Speyer-kölcsönök finanszírozták többek között Nagykanizsa, Esztergom, Gyöngyös, Pécs, Szeged és Vác vízmű-fejlesztéseit, illetve az 1930-as évek elején számos Balaton környéki település vízellátó közművének beruházását. Az 1936-ban az Országos Közegészségügyi Intézet (továbbiakban OKI) részeként megalakult Vízügyi Osztály adatai szerint az ország lakosságának 22%-a rendelkezett vezetékes ivóvíz ellátással (összehasonlításként: ugyanebben az időszakban Németországban, Franciaországban 60–70%-os ellátottság volt jellemző). Sok nagyobb város pl. Nyíregyháza, Békéscsaba, Balassagyarmat, Kecskemét, Kőszeg, Hódmezővásárhely sem rendelkezett még vezetékes vízellátással (HURTON ZS. 2008).

A nem vezetékes vízellátást szolgáló mintegy 12 000 fűrt kút vizének minősége viszont sokhelyütt nem volt megfelelő, az OKI adatai szerint az általa vizsgált vízminták 63,8%-a volt kifogásolható. Ezen a helyzeten kívánt javítani az OKI javaslatára elindított nagyszabású kútépítési program, amelynek az volt a célja, hogy a községekben élők számára 500 m-en belül legyenek egészséges ivóvizet adó kutak. A ma érvényes előírások szerint (38/1995. Kormányrendelet 9. § (3) bekezdése) ivóvíz szolgáltatásnak a telekhatártól 150 m-en belül létesített közkifolyó minősül. Az 500 m-es távolságra található jó vizű kutak így nem csökkentették a közelebbi, szennyezett kutak használatát. Erre az időszakra a vízellátás fejlődése szempontjából elmondható, hogy az ország nem volt elég gazdag ahhoz, hogy takarékos lehessen: a nagy számban épített mélyfúrású kutak helyett gazdaságosabb és korszerűbb lett volna a vezetékes vízellátás kiépítése (1935. évi adatok: a 29 000 lakosú Hajdúböszörmény 53, a 28 000 lakosú Baja 42 mélyfúrású kúttal rendelkezett) (BERTÓK L. et al. 2006).

Bár Magyarországon a két világháború közötti időszakban már mintegy 6–10 000 artézi kút működött, a lakosság többsége ásott kutakból szerezte be az ivóvizet. Az 1930. évi országos népszámlálás és statisztikai adatfelvétel szerint a lakóházak 57%-ának udvarán volt ásott kút, ami hozzávetőlegesen 600 000 ásott kutat jelentett. Az OKI vizsgálati adatai szerint országos átlagban az ásott kutak 74%-ának vize egészségügyileg nem volt megfelelő.

A pozitív nyugalmi vízszintű artézi kutak egy speciális vízellátási rendszer, az ún. körzeti vízvezeték kiépítését tették lehetővé. Ez azt jelentette, hogy a kutak természetes nyomását felhasználva a vizet eljuttatták a hálózatba és a lakásokba, szivattyú és tározó alkalmazása nélkül. 1930-ban 16 városban működött ilyen körzeti vízvezeték (BERTÓK L. et al. 2006).

A vezetékes vízellátás falun meglehetősen ritka volt, alig több mint 100 000 fő részesült belőle, a hálózat fálvakat ellátó részének hossza 1945-ben nem érte el a 800 km-t (BURUCS K. 2009).

A közműves vízellátás a két világháború között inkább csak Budapesten és néhány városban vagy azok belső városrészeiben volt elérhető. Ez a vezetékes vízellátás is sokszor udvari, utcai közkfolyót, jobb esetben emeleti csapolóról közös vízvételi lehetőséget jelentett. A lakáson belüli vízellátás alatt is a mai kialakítástól meglehetősen eltérő rendszerre kell gondolnunk. Sok esetben még vízellátással rendelkező módosabb házak, kastélyok esetében is csak lerövidült az út, amelyet a víz a forrásától vödörben, korsóban „tett meg”, de teljesen nem szűnt meg. A felhasználás helyéig tartó épületen belüli vízvezeték kiépítése nem volt gyakori még a későbbi évtizedekben sem, ahogy ezt a második világháború alatt egy dunántúli kastélyban zajló életet dokumentum-szerűen leíró regény is mutatja: a megnövekedett vendégszámot jelezni kellett a személyzetnek, hogy a vízöblítéses WC víztartályát gyakrabban töltsék fel (POLCZ A. 2005). Az épületeken belül egyfajta aszimmetrikus kiépítettség figyelhető meg a szennyvíz-elvezetés javára, ami ebben az időben WC-k esetében a berendezési tárgytól a gyűjtőgödörig tartó vezeték meglétét jelentette. A gyűjtőből a szennyvíz egy spontán, biológiai tisztulás után jutott a talajba, vagy egy felszíni vízfolyásba, mint természetes befogadóba.

A települési közművek területén a szennyvízelvezetés jelentős lemaradásban volt, és az elvezetett szennyvizek nagy részét is csak mechanikai módon tisztították (rácsszűrés, esetleg ülepítés). A vízművek kapacitása 60–70-szerese volt a szennyvíztisztító kapacitásnak (JUHÁSZ E. 2003). Ettől a kapacitás aránytól eltért a kiépített vezetékhálózat kiterjedése, 1945-ös adat szerint a lakosság 22%-a részesült vezetékes vízellátásban, míg a csatornázás 17% számára volt biztosított.

2.1.7. A vízellátás fejlődése a XX. század második felétől

A központi vezetékes vízellátás kiépítése lassan indult meg. 1944-ig mindössze 27 városban és 32 községben létezett központi vízmű. Viszonylag elterjedt volt a körzeti vízművek létesítése, amelyek a településeknek csak egy részét látták el, ez a megoldás épült ki 18 városban és 160 községben. 1954-ben Magyarországon 87 városi és községi központi vízmű és 273 körzeti, illetve törpevízmű üzemelt.

Újabb, nagyléptékű vízmű-fejlesztési hullámra az 1950-es évek elején alakultak ki a gazdasági, társadalmi feltételek. Az államosítással megszűntek a víztársulatok, az ivóvíz-ellátási és csatornázási feladatok egyaránt állami kézbe kerültek. Ezzel egyidőben kiemelt gazdasági feladatként jelent meg a nehézipar és hozzá kapcsolódóan a bányászat fejlesztése. Ezeknek az iparfejlesztési célkitűzéseknek a következményeként a vízigények is megnövekedtek: egyrészt az új gyárak, ipari üzemek működéséhez, másrészt az ipari centrumok közelében kiépített

lakótelepek ivóvízellátásához szükséges vízmennyiséggel. 1954-ben a népesség 23,7%-a részesült vezetékes vízellátásban.

A vízigények – főleg az iparfejlesztési törekvések eredményeképpen területileg – jelentős eltéréseket mutattak és a rendelkezésre álló készletek eloszlása térben szintén egyenlőtlen volt (ahogy ma is az). Ennek a különbségnek az áthidalására a kor szakemberei (Illés György, Szakvály Jenő, és még sokan mások) a regionális ellátó rendszerek kiépítésében láttak megoldást. Az 1950-es évek végétől kezdődően hazai és nemzetközi tapasztalatokra alapozva elsőként a Borsodi Vízellátási Rendszer építése kezdődött meg, ezt követte a Dunántúli Vízellátási Rendszer, a Duna-kanyar Regionális Vízmű, a Tatabányai Regionális Vízmű és a Séd-Gajai Vízellátási Rendszer kialakítása. Ezek az ellátó rendszerek kedvező adottságokkal rendelkeztek a vízellátás mennyiségi és minőségi mutatóit tekintve ugyanúgy, ahogy az üzemeltetők magas szakmai színvonala és a vízellátás biztonsága vonatkozásában is. A szocializmus időszakában főleg a szolgáltatások terén nem volt jellemző a nyereségérdekeltség, a hálózatok kiterjedése viszont egyfajta költséghatékonyabb működést tett lehetővé, ami a fent említett regionális szolgáltatók utódszervezeteinél ma is kimutatható a megváltozott működési mód ellenére.

Az ipari termelés bővülése és a lakáskörülmények javulása a vízigények ugrásszerű növekedését² eredményezték a városokban, ami gyakran tapasztalt vízhiányhoz vezetett. Megváltozott a vízfogyasztás fő felhasználók közötti megoszlása is, 1950-ben 60–40% volt a lakossági és ipari fogyasztás aránya, ez 1957-re 45–55%-ra módosult (BERTÓK et al. 2006). Szükség volt a víztermelő kapacitások bővítésére, de ezeknek a fejlesztéseknek a 90%-át az ipari igények kötötték le. Ez amiatt alakult így, mert az ipari fejlődés indulásakor annak vízszükségletét a városi vízművek hálózatából biztosították vízműfejlesztés nélkül. A vízhiányok indukálta vízmű-fejlesztésekre így a városokban, ipari termelő övezetekben került sor. A községek vízellátására többségében ún. törpevízművek épültek, ami tulajdonképpen vezetékhálózatra telepített közkifolyós vízellátást jelentett. Ez a korábbi közutakkal szemben a kifolyók sűrűbb telepíthetőségének köszönhetően a vízfordás távolságát csökkentette, de nem szüntette meg teljesen. Ezt a megoldást főleg azokon a területeken (bányászvidékek, ipari jellegű községek) alkalmazták, ahol a vízellátást ásott kutakkal nem lehetett megoldani.

A vízellátás általános, dinamikus fejlesztésére 1958-tól került sor, amikor törvényhozással, állami döntésekkel, tervutasításokkal, a pénzügyi források célzott feladathoz rendelésével

² 1950 és 1957 között a háztartások számára szolgáltatott víz mennyisége 20%-kal, az ipar vízigénye 124%-kal emelkedett

biztosítottá váltak a beruházások feltételei. Az addig érvényes vízjogi törvénnyel³ szemben az új vízügyi törvény⁴ a vízellátási feladatok teljes kötelezettségét az állam kezébe tette, hozzárendelve a szükséges intézményi háttér kiépítésének lehetőségét is. Ez a törvény előremutató abból a szempontból, hogy a vizet korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló természeti kincsként kezelte, és átgondolt készletgazdálkodásra ösztönzött.

A következő évtizedekben vízművek, vízellátó rendszerek épültek Magyarországon, ennek eredményeképpen 1971-re a vezetékes vízzel ellátott lakások aránya 83%-ra nőtt.

A szolgáltatott víz eredete szerint felszíni és felszín alatti volt. A felszíni vizek aránya az antropogén hatások miatt kialakult vízminőség-romlás és a technikai eszközök, anyagi lehetőségek fejlődésének következményeként fokozatosan csökkent. Budapest növekvő vízigényének kielégítésére 1957–1960, valamint 1960–1967 között két felszíni víztisztító építésére került sor a Káposztás-megyeri főtelep területén, illetve Újpest északi határában a Duna-parton. Utóbbi az 1990. évi újjáépítést, bővítést követően ma is üzemel, bár az értékesített víznek csak töredékét szolgáltatja. (A felszíni vizek vezetékes felhasználása mára csak a Balaton és a Duna környékére, illetve a hegyvidéken épült tározók – Kőszörűvölgyi, Csórréti, Lázbérci stb. – környezetére jellemző.) Az intenzív ipari fejlődés időszakában az ipari centrumokban külön vezetérendszerrel ipari vízszolgáltatás is történt, amelyet főleg felszíni vizekből oldottak meg.

Az 1960–70-es években nagy kiterjedésű vízellátó hálózatok épültek az akkor elérhető csőanyagokból (ezeknek a rendszereknek a gyors előregedése is okozója a hálózati vízveszteség mai magas értékének). Emellett a mesterségesen alacsony értéken tartott vízdíj nem nyújtott lehetőséget karbantartási, fejlesztési alap képzésére az ellátó rendszerek számára, így nemcsak beruházásokra nem került sor, de a beruházásokhoz szükséges előkészítő tevékenységek is elmaradtak (aktuális hálózat-nyilvántartás, eszközállomány állapot nyilvántartása stb.) (DARABOS P. – SOMLYÓDY L. 2007).

Az 1970-es, 1980-as években a települési vízellátás feladatainak megoldásával egyre nagyobb különbség alakult ki a kitermelt víz és az elvezett/kezelt szennyvíz mennyisége között, szélesre nyílt a közműháló. A rendszerváltozáskor Magyarországon a teljes vízhálózat hossza 48 500 km, a csatornahálózaté 12 500 km volt, vezetékes vízbekötéssel a lakások 74%-a, csatornabekötéssel 42,5%-a rendelkezett (JUHÁSZ E. 2003). A szélesre nyílt közműháló a felszínhez közeli vizek minőségének romlása mellett abban is megmutatkozott, hogy – mivel az elszikkasztott vizek mennyisége és minősége miatt a felszín alatti talajkörnyezet egyensúlya

³ 1885. évi XXII. törvény a vízjogról

⁴ 1964. évi IV. törvény a Vízügyről

felborult – érezhetővé vált a talajvízszint emelkedése. A települések alatt vízdombok alakultak ki, mély fekvésű területeken a település pereme és központja között a talajvízszint különbsége akár a 3 métert is elérte (BERTÓK L. et al. 2006). Ez a föld alatti emésztők és a régebbi építésű, elégtelen alapozású házak esetében statikai problémákat is okozott.

Az 1990-es évek elején lezajlott politikai és társadalmi változások nagymértékben hatottak a víziközmű szolgáltatás feltételeire, körülményeire is. Az egységesülő Európában felmérésre került többek között Magyarország gazdasági-környezeti állapota is, és ez a felmérés a környezetvédelem, ezen belül a vízkészletek védelme és főleg a szennyvizek kezelése területén nagy lemaradást mutatott ki. Ennek felszámolása érdekében jelentős anyagi források váltak elérhetővé Magyarország számára is, amelyeknek felhasználásával jelentős javulást sikerült elérni egyes környezeti mutatókban. A társadalmi változások keretében az addig egységesnek mondható, állami és tanácsi üzemeltetésű vízművek is szétdarabolódtak. A tulajdoni viszonyok átalakulásával megváltozott a fenntartás, üzemeltetés műszaki és gazdasági háttere is.

2.1.8. Területi differenciák a magyarországi vízellátás fejlődésében

A vízellátás fejlődése az 1950-es évek elejéig a települések váltoásaival összhangban zajló, szerves folyamatként ment végbe, a helyi természeti, gazdasági lehetőségek függvényében, a helyi társadalom elvárásait próbálva követni. Ilyen megközelítésben a vízellátó infrastruktúrára, mint a település létét, lehetőségeit alapvetően befolyásoló rendszerre is értelmezhető a települések tetraéder-modellje (TÓTH J. 2002), amennyiben a „főszereplők” helyet változtatnak: a település-modell esetében a tetraéder közepébe helyezhető, minden változás mozgatójaként és élvezőjeként/elszenvedőjeként definiálható ember helyébe emeljük be az infrastrukturális szféra víziközműveket alkotó részét. Az így átalakított, jelen kutatásra adaptált modellben is egyaránt érezhető a hatása a vízi infrastruktúra fejlődésére a természeti, gazdasági, társadalmi körülményeknek és a fennmaradt infrastrukturális rendszereknek (ez utóbbival kapcsolatos elemzések a 3.1. fejezetben).

A **társadalmi szféra** vízellátást befolyásoló tényezői között a magán- és termelési célú fogyasztói igények hatása mellett egy idő után jelentősebbé vált a központi állami beavatkozás szerepe. 1948-ban került sor a vízügyi létesítmények államosítására, ezt követően a tetemes feladatmennyiség elvégzésének sorrendjét is az állam határozta meg. Prioritást kapott a nehézipar és a szénbányászat, valamint az ezekhez szükséges szociális létesítmények vízellátása. A természetes fejlődési folyamatba történő politikai beavatkozás így az 1950-es évek elejétől kezdődően felerősödött, és rövid idő alatt jelentős területi differenciák

kialakulásához vezetett a vízellátó rendszerben. A kiemelt nehézipari beruházások központjaiban a fő „termelőerő”, a munkásember számára a vízigényes ipari beruházások vízellátásával együtt sor került új, magasan az országos átlag feletti infrastrukturális ellátással bíró lakótelepek, sőt egész városok felépítésére. Így például Komlón, a kiemelten fejlesztett bányászvárosban már 1950-ben megépült a vezetékes vízmű, az új lakások 95%-a rendelkezett vezetékes vízellátással, 70%-a csatornaszolgáltatással. Emellett az országos kép: az 1940–50-es évek fordulóján a magyarországi lakásoknak mindössze 12,5%-ában volt vízöblítéses WC, 10%-ában fürdőszoba. A korszerűtlen lakások hiányosságainak kompenzálására az üzemeket látták el sormosdókkal, sorzuhanyzókkal.

A **tetraéder gazdaság-lapját** a második világháború után fokozatosan megerősödő termelő szféra hozama, illetve a célirányos gazdaságpolitika képezheti. A termelő ágazatokba történő beruházásokat preferáló gazdaságpolitika mellett az 1950-es évek végétől nagyobb hangsúlyt kapott a központi feladatirányítás során az életszínvonal emelése, és ehhez kapcsolódóan a lakásigények mennyiségi és minőségi kielégítése. Ez feltételezte a kényelmes hozzájutást a jó minőségű ivóvízhez, illetve a csatornaszolgáltatáshoz is. A feladat megoldásához az 1965 októberében jóváhagyott Országos Vízgazdálkodási Keretterv 1965–1985 a korábbiaknál nagyobb keretösszeget rendelt: 1958–60 között víz- és csatornahálózat bővítésre irányozták elő az országos beruházási összegterv 3,1%-át, szemben az 1. ötéves tervidőszak az 1–1,2%-os értékével. A vízi infrastruktúra szempontjából az elgondolásnak az volt a szépséghibája, hogy a vízgazdálkodási feladatkörön belül elsőbbséget élveztek a vízkárok elhárítását, illetve megelőzését szolgáló beruházások, a közműfejlesztést az állami lakásépítési program részeként kezelték, így a vízi infrastruktúra fejlesztésére ténylegesen egyre kisebb összeg állt rendelkezésre. Az összes lakossági közműfejlesztésre 1961–1965 között 3,2%, 1966–1968 között már csak 2% jutott, ebből a víz- és csatornahálózatok fejlesztésére 1,2%-ot, illetve 0,9%-ot fordítottak (BURUCS K. 2009). Ezt a forrásmegosztást tekinthetjük egyben a többi **infrastrukturális rendszer** befolyásoló hatásának.

A még nem említett negyedik tetraéder-lap, a **természeti szféra** hatása nem szorul különösebb magyarázatra, természeti erőforrás kiaknázásáról lévén szó, a környezeti adottságok meghatározó szerepe egyértelmű.

A központi törekvések egyenletes fejlődést torzító hatása az 1960-as évek után is érezhető maradt, ugyanis kormányzati fejlesztési programtervek sorolták kategóriákba az egyes településeket, meghatározva szerepkörüket, és ezzel a beruházásokra rendelkezésre álló keretösszegeket is. A településhierarchia élén álló városok kiemelt összegre számíthattak, míg

az elsorvasztásra ítélt tanyavilág, de a falvak számottevő része is hátrányos helyzetbe került a közműfejlesztések tekintetében. A fokozódó ellátásbeli különbségek a települések között egyre költségesebbnek mutatták a falvak infrastrukturális fejlesztését, összehasonlítva a fejlesztésekkel odavonzható ipar hozadékával (nem említve annak az esetnek a %-os ellátásban jelentkező kedvezőbb hatását, ha ugyanezen összeget sűrűbben lakott területen fordítják közműfejlesztésre). Az 1973. évi, „A vízgazdálkodás távlati fejlesztésének irányelvei” című kormányhatározat célkitűzése szerint 1985-re a lakosság 85%-ának kellett részesülnie vízellátásban, 60%-ának csatornaszolgáltatásban – utólagos értékelés alapján ebben jelentős szerepet szántak a kistelepülések elnéptelenedésének, a lakosság városokba, agglomerációikba koncentrálódásának is. Mivel időközben érezhetővé váltak a hiányos infrastruktúra következményei a környezeti mutatószámokban is, ezért a már említett 1973-as kormányhatározatban feladatként határozták meg a korszerű vízminőség-védelmet, új szennyvízkezelő technológiák bevezetését, valamint az akkoriban még erőteljesen emelkedő vízigények kielégítésére szolgáló megoldások alkalmazását. A vízellátottság szintjére kitűzött cél megvalósítását kedvezőtlenül érintette az 1973. évi olajválság, amelyet követően ismét a termelő szektorba történő beruházások kerültek előtérbe.

A fenti folyamatok eredményeképpen 1984-ben a magyarországi településeknek még több mint a fele (1588) nem részesült víz/csatornaszolgáltatásban. A VII. ötéves tervben (1986–1990) emiatt kiemelt szerepet kapott a vízgazdálkodás (ivóvízminőség-javító programok, víztakarékos vízgazdálkodás stb.), és a vízgazdálkodási beruházások 70%-át a víziközmű hálózat bővítésére, korszerűsítésére irányozták elő. Az 1980-as években a romló gazdasági helyzet miatt a kitűzött célok elérése egyre hosszabb időt vett igénybe, többségében csak a rendszerváltozás után elérhetővé vált Európa Uniós források segítségével sikerült a megvalósításuk. Emellett 1990-ben a társadalom felől érkező behatások terén egy újabb jelentős változásra is sor került: az addig állami feladatként deklarált vízellátási szolgáltatások az 1990. évi önkormányzati törvény értelmében az önkormányzatok hatáskörébe kerültek, azzal a kiegészítéssel, hogy a vízellátást kötelező, a szennyvízelvezetést és -tisztítást nem kötelező feladatként írta elő számukra (ez később, 2001-től vált törvény által kötelezően előírt feladattá⁵). 1990 előtt a teljes vízellátó szolgáltatást a víz kitermelésétől kezdődően a víziközmű rendszerek fenntartásán és üzemeltetésén keresztül a fogyasztási helyeken történő vízszolgáltatásig állami és kisebb részben tanácsi alapítású vállalatok végezték, összesen 33 (5 állami és 28 tanácsi) vállalat.

⁵ 2001. évi LXXI. törvény a vízgazdálkodásról szóló törvény módosításáról

Az állami hatáskör átruházásával a tulajdoni viszonyok is megváltoztak: a víziközmű vagyonnak hozzávetőlegesen 20%-a maradt állami tulajdonban (a többségi állami tulajdonos által működtetett 5 nagy regionális ellátó vállalat birtokában), és kb. 80%-a került az önkormányzatok tulajdonába. Az utóbbi, önkormányzati víziközmű vagyonnak mintegy 30–35%-a gazdasági társasági tulajdonba került. Gyors ütemben megindult a vízműveket üzemeltető szervezetek felaprózódása, számuk néhány év alatt a 10-szeresére nőtt, 2011-ben már több mint 350 üzemeltető tevékenykedett a magyarországi vízellátásban (DÉKÁNY L. 2011). Az 5 állami tulajdonban maradt regionális működésű vízmű-vállalat végzi a teljes országos vízszolgáltatás 20%-át, és a 15 legtöbb ivóvizet termelő cég együtt a 75%-át, tehát sok a „törpevízmű”, széles tartományban helyezkedik el a vízszolgáltató vállalatok termelési volumene. A Magyarországon szolgáltatott víz 95%-át a 350 működő szolgáltató kevesebb mint 1/3-a, mintegy 100 vízmű vállalat biztosítja (PAPP M. 2007). Az elemzés adatait szolgáltató Magyar Víziközmű Szövetség tagszervezetei között is fennáll ez a nagy szórás, a legkisebb vállalkozás által termelt ivóvíz mennyiség 4%-a a legnagyobb szolgáltató ugyanezen adatának.

A vezetékes vízellátás Magyarországon gyakorlatilag az ezredfordulóra vált teljessé, a csatornaszolgáltatás kiépítettsége ettől kissé elmarad, 2011 végén a vezetékes vízellátással és csatornaszolgáltatással rendelkező lakások arányának különbsége (ún. másodlagos közműolló) 22,2% volt (KSH).

Magyarországon – ahogy az EU-országok túlnyomó többségében – a vízellátási, szennyvízelvezetési feladatok az önkormányzatok feladatkörébe, felügyelete alá tartoznak. A felügyelet ellátására többféle típusmegoldás terjedt el, a közvetlen irányítástól kezdődően a koncessziós szerződés útján átruházott irányításig, működtetésig (LÁZÁR L. 2010). A sok esetben forráshiánnyal küzdő önkormányzatok a szükséges hálózat-felújítás, üzemeltetés költségeinek biztosítására választották megoldásnak a koncessziós szerződés megkötését. A szakmai szervezetek – közöttük például a hazai vízszolgáltatók döntő többségét tömörítő MAVÍZ – a forrásbevonásnak ezt a módját részesítik előnyben a privatizációval szemben. A gyakorlati tapasztalatok alapján elmondható, hogy a vízművek üzemeltetőinek többsége nem képez tartalékot a vízdíjjal a felújítási, korszerűsítési munkák költségeire. A vízszolgáltatásban megjelent nagyszámú helyi ellátást biztosító apró vállalkozás működése a gyakorlatban szakmai és minőségi kifogásokat is eredményezett. Többek között ezeknek a negatívumoknak az elhárítása érdekében készült 2011-ben az új vízgazdálkodási törvény.

2.2. A vízellátás és a társadalmi-gazdasági fejlődés

2.2.1. A vízellátás helye a földrajzi térben

A földrajzi tér fogalmának meghatározása akár külön tudományos kutatás tárgyát is képezhetné. A földrajzi gondolkodás szintetizáló megközelítési módszere a földrajzi tér különböző aspektusait helyezi előtérbe attól függően, hogy milyen területen végzi elemzéseit. A földrajzi tér értelmezése kapcsán három elméletrendszer különböztethető meg a szakirodalomban (PAP N. 2007):

- a tájelmélet – képviselői: Alexander Humboldt, Vidal de la Blache, Teleki Pál, Cholnoky Jenő, Prinz Gyula; alap kategóriái: természeti táj, kultúrtáj, közlekedési táj, politikai táj stb.; a XVII. században jelent meg;
- a gazdasági körzetesítés elmélete XIX. végétől; teóriája, hogy a gazdaság alapvető hatást gyakorol a társadalom területi szerkezetére; Franciaországban indult, képviselői: Hauser, Alampiev, Magyarországon Krajkó Gyula;
- a központi helyek elmélete – a településhálózat egyes elemeinek (régió, megye, körzet, rajon stb.) hierarchiaszintet tulajdonít; 1930-as évektől jelennek meg képviselői: Walter Christaller, August Lösch, Magyarországon Tóth József; Tóth József szerint az elméletet Magyarországra értelmezve alapvető különbség a régió és a megye között, hogy míg az előbbi önszerveződő módon, hosszú idő alatt alakul ki, addig az utóbbi kreált képződmény, épp emiatt változhat is.

A három elméletrendszer egymást követően alakult ki, részben igazodva a geográfia elfogadottá vált irányvonalához, így a mai szemléletnek leginkább a harmadik elv szerinti értelmezés felel meg. Definiálása összetett szerkezetéhez igazodóan nem foglalható össze teljes értékűen egy mondatban, sokféle jellemzőjét kell leírni egy legalább közelítő kép megrajzolásához. Ahogy alapját nem egyszerű fizikai világunk képezi, amelybe az ember jelenlétének hatásai is érvényesülnek, nevezhető az ember és a természet interakciói által létrehozott kölcsönhatások rendszerének, hálózatok összességének (PIRISI G. – TRÓCSÁNYI A. 2011).

PAP N. (2007) szerint „A földrajzi tér bonyolult, nagyszámú elemből tevődik össze, ezek az elemek szerves és érzékeny kapcsolatban állnak egymással ... a bennük zajló folyamatok leírása bonyolult, csak egy-egy sajátosság ragadható meg. Vélhetően nem lehet olyan modellt alkotni, amelyből minden jelenség megmagyarázható, de ezek megértéséhez az elméletek

tanulmányozása hozzásegít. Gyaníthatóan a nagy empirikus tapasztalat az, ami egy reális földrajzi tér percepciójához hozzásegít.”.

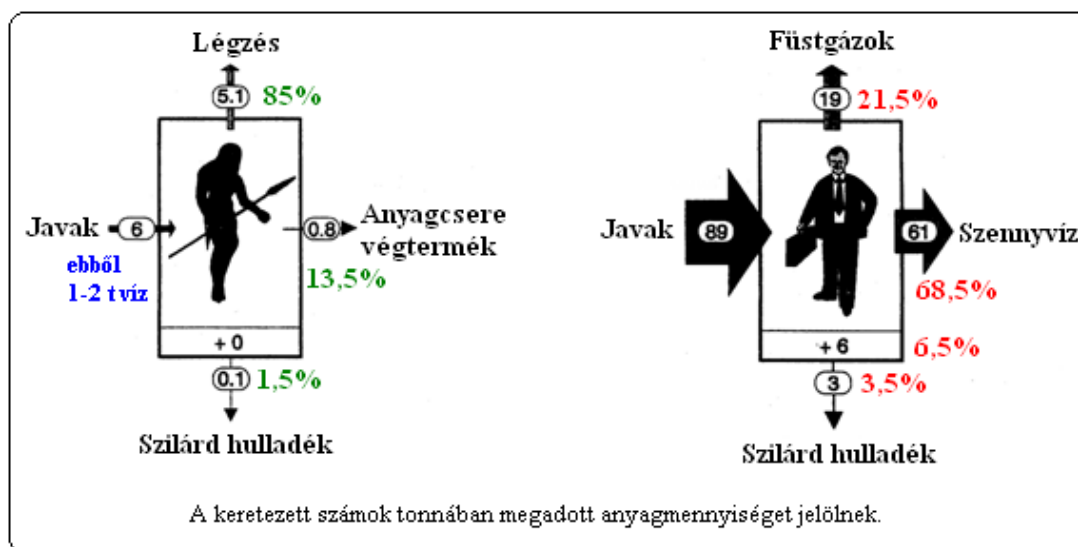
A földrajzi tér sokrétűsége mellett a szűkebben értelmezett téma, a vízellátás/vízhasználat elemzése önmagában is több szempontú megközelítést kíván, és az eredmények komplexitása egymásba ágyazódó, kisebb-nagyobb területegységekben végzett vizsgálatokat kíván. A földrajzi tér értelmezésével válik egyértelművé a kisebb egységek globális, de legalább a nagyobb egységektől függő meghatározottsága (NEMES–NAGY J. 1998). Elemzésemben a vizsgált adatok háttereként, befogadójaként értelmezett **földrajzi tér** jellemzésekor a legfontosabb **kiemelendő jelző** – a vizsgált infrastrukturális rendszer jellegéből adódóan is – **a hálózatosság, a kapcsolatrendszerek általánossága.**

2.2.2. Az infrastruktúra és a területfejlesztés

Az infrastruktúra fejlettségét civilizált korunkban sok ágazat, fogyasztó várja el: a gazdaság, termelő és nem termelő szektorok, mindennapi életünk különféle, munkahelyi és szabadidős elfoglaltságai alapadottságként igénylik a sok esetben magas szintű infrastrukturális ellátást. Ez az igény szint a technikai fejlődés során emelkedett mai nivójára.

Az ember és a természet egymásra hatásának preindusztriális fázisában az ember közel érintetlen, háborítatlan természeti környezetben élt, és bár szükségletei kielégítésére kizárólag a természet adta lehetőségeket vehette igénybe, azokat csak a termelőeszközök adott fejlettségi szintjén aknázhatta ki. A lehetőségek ismerete híján még az igény sem alakult ki kényelmesebb megoldások iránt. A termelőeszközök felgyorsult fejlődésével erősödött az ember hatása a természeti környezetre, az ember élettere átalakult, egy új környezet, infrastrukturális tér alakult ki, majd vált általánossá a posztindusztriális fázisban.

Az ember és a természeti környezete közötti anyagcsere összetevőit mutatja néhány 10 000 év különbséggel a 2.2-1. ábra két része. Sok tanulságos mondandója mellett feltűnik, hogy a legnagyobb változás az ember és a környezete között végbemenő anyagcserében a folyékony anyagok terén zajlott le. A fejlett világ átlagpolgáránál az életviteléhez kötődő anyagforgalom 60–70%-át a víz teszi ki. (A fejenkénti légköri kibocsátás csaknem négyszeresére emelkedett, a szilárd hulladék fajlagos mennyisége mintegy harmincszorosára nőtt – háztartási és termelési eredetű hulladék.) Halmazati hátrányként ez a felhasznált víz kisebb-nagyobb mértékben elszennyeződve jut vissza a természetbe. Ennek az anyagcserének a lebonyolítását a társadalom és a gazdaság fejlődése egyaránt ellátó rendszereken keresztül igényli – háttéradottságként, infrastrukturális hálózatokon keresztül.



2.2-1. ábra: Az anyagáram minőségi és mennyiségi alakulása az evolúció során.
Forrás: BUZÁS K. 2008.

Az infrastruktúra fogalma először a hadászatban jelent meg, a harci egységeket ellátó katonai egységeket, létesítményeket jelölte már a napóleoni háborúk idején (ABONYINÉ P. J. 2007). A szó logikai jelentése: valami kialakulásának, létrejöttének, fejlődésének előfeltétele, alapja (SIKOS T. T. – TINER T. 2010).

A szó használata civil közegben ennél jóval újabb keletű, az 1960-as, az Akadémiai Kiadó által megjelentetett „A magyar nyelv értelmező szótára” könyvsorozatban tárgyszóként még nem szerepel. Polgári értelmezésben a gazdaságtudomány fedezte fel elsőként a maga számára, definícióját az 1950-es években Paul Rosenstein Rodan közgazdász fogalmazta meg: az infrastruktúra azoknak az általános feltételeknek a komplexuma, amelyek kedvező alapot biztosítanak a magántőke számára a fő gazdasági ágakban (ipar, építőipar, mezőgazdaság) és az egész lakosság szükségletét kielégítik. Ez a definíció ezeknek a háttérszolgáltatásoknak a gazdájaként az államra utal. Ez amiatt is indokolt lehet, mivel az infrastruktúra közvetlenül nem termel anyagi javakat, de szükséges a termelési tevékenység zavartalanságának biztosításához. Ezen sajátossága miatt meglehetősen hosszú megtérülési idővel jellemezhetők az ezen a területen eszközölt beruházások, emiatt főleg a fejlesztések kezdeti fázisában a gazdaság számára nem jelentettek elsődleges célpontot. RODAN szerint az infrastrukturális szolgáltatások legfőbb terméke a kedvező beruházási lehetőségek megteremtése más ágazatok számára.

Az infrastruktúra tárgykörébe háttéradottságként számos szolgáltatást beleértünk, akár a termelő szektor résztvevőjeként, akár lakossági felhasználóként értelmezzük a fogalmat. A

termelésben a versenyképességnek, lakosság esetén a komfortérzetnek alapfeltétele egy bizonyos szintű ellátó rendszer megléte.

Az infrastruktúra fogalom tartalmát sokan próbálták pontosítani, főleg a közgazdasági szakirodalomban művelői közül, pl. KÖSZEGFALVI GY. és PAP N. (2007) „a termőföld kivételével minden más, az ember tevékenységével, életfunkcióinak gyakorlásával összefüggő tényezőt az infrastruktúra fogalomkörébe sorol”.

George Frank Ray szerint az **infrastruktúra a gazdaság működéséhez szükséges szolgáltatások összessége**, a termelés társadalmi rezsije (ABONYINÉ P. J. 2007).

Albert Otto HIRSCHMANN (1958) amerikai közgazdász meghatározása szerint az infrastruktúra tárgykörébe sorolható minden, **a primer, szekunder és tercier tevékenységhez nélkülözhetetlen szolgáltatás** – így a közigazgatástól az igazság-szolgáltatáson át az oktatásig, az egészségügyi ellátástól a közlekedésen, a hírközlésen át a közműrendszerekig minden háttérágazat.

Werner EHRLICHER (1964) az infrastruktúrát **vagyonként** értelmezve **termelői** (közlekedés, energiagazdaság, hírközlés, közületi állóeszközök, tőkeállomány) és **fogyasztói** (kulturális és sportlétesítmények, közlekedési hálózat lakossági vonatkozású része) **alrendszerre** osztotta.

René Leo Frey az infrastrukturális beruházásokat **jövőbeli nyereségként** értékeli, nem különbözteti meg a termelői és fogyasztói infrastruktúrát (ABONYINÉ P. J. 2007).

Feloszthatjuk az infrastruktúrát **lakossági** – más megnevezés szerint **humán** – (települések, lakásállomány, kereskedelmi és szolgáltató hálózat, egészségügyi és szociális ellátás, oktatás intézményei, eszközei) és **műszaki** – más szóhasználatnál **vonalas** – kategóriákra (közlekedési, hírközlési hálózatok, energiaellátás rendszerei, közműhálózatok) is. A technikai fejlődéssel az infrastruktúra fogalom tartalma bővül, és ezzel az eredeti megnevezések is változhatnak, törekedve arra, hogy a megnevezés a megváltozott tartalmat kifejezően írja le. Ennek a dinamikus változó tartalmú fogalomnak újabb elemei például a hírközlés, információtechnológia, adatbankok stb. rendszerei.

Reimut JOCHIMSEN (1966) az infrastruktúra fogalmába beleérti az adott szolgáltatás biztosításához szükséges ellátó hálózaton (**anyagi infrastruktúra**) kívül a kiszolgáló személyzetet (**személyi infrastruktúra**) és a szolgáltatás működését szabályozó eljárásrendszert (**intézményi infrastruktúra**) is.

Az infrastruktúrát egyes fejlett országokban **társadalmi tőkének** is nevezik, mivel az anyagi, műszaki feltételeken túl egyéb szolgáltatásokat is magába foglal.

A folyamatosan változó infrastruktúra rendszerrel együtt átalakulóban van annak tartalma, definíciója is. Az infrastruktúra így nyitott tartalmú, a technikai fejlődéssel összhangban dinamikusan változó fogalom, definíciója helyett gyakran felsorolják a körébe tartozó hálózatokat, rendszereket. Infrastruktúra alatt a nemzeti vagyonnak azt a meghatározott részét értjük, amely közvetlenül sem az anyagi javak előállítását, sem azok elfogyasztását nem szolgálja, de biztosítja a termelés-elosztás-fogyasztás és a társadalmi folyamatok zavartalan működését (CSERNOK A. – EHRlich É. – SZILÁGY Gy. 1975). Az infrastruktúra tehát gyűjtő fogalom, tartalmát, határait a különböző tudományágak nem egységesen értelmezik.

Az infrastruktúra egyaránt kihatással bír a gazdasági és társadalmi fejlődésre is. Ideális esetben az nevezhető, ha minden infrastrukturális ágazat egymással összhangban fejlődik, mivel az egyik szolgáltatás magasabb szintű kiépítettsége nem kompenzálja a másik hiányát, pl. a teljes körű vezetékes kommunális ellátás nem tudja helyettesíteni a gyors orvosi ellátást. Bár az infrastrukturális háttér széles körben kiépítésre került, elemeinek száma, színvonala jelentős eltéréseket mutat, és ezek a különbségek a terület fejlődési lehetőségei szempontjából meghatározóak.

Az eddig leírt infrastruktúra-jellemzők a vízellátásra fokozottan érvényesek, amit igazol a felértékelődő vízkinés és a víz szerves kapcsolata életünk minden területével. A vízellátás jelentőségét napjainkban növeli a víz értékének tudatosulása, éltető elemünk korlátosságának felismerése.

A települések tetraéder modellje (TÓTH J. 1981) leírja a természeti környezet és az infrastruktúra egymásra hatását. Ez a folyamat a **vízi infrastruktúra, a vezetékes ivóvízellátás és szennyvízelvezetés létesítményei** szempontjából is fokozottan jelent meg a II. világháborút követő helyreállítások után. Előbb a természeti erőforrásokkal pazarlóan bánó, csak a gazdasági növekedést célzó termelés, később a gazdasági és szabályozás-hiányossági okok miatt aszimmetrikusan fejlesztett vízellátás/csatornázás terhelte nagymértékben a környezetet (SZABÓ-KOVÁCS B. 2007).

Az aszimmetria nem csak a vízi infrastruktúra két ága között, de az ország területén belül is kialakult az egyes körzetek fejlettségi szintje közötti különbségek formájában. Ezek a területi különbségek a vízi (és egyéb) infrastruktúra terén az 1970-es évek második felétől növekedtek meg, amikor a termelési célú beruházások mellett az ellátó rendszerek fejlesztése/bővítése is felgyorsult, de még mindig prioritást élveztek az iparilag fejlett területek (SIKOS T. T. 1985).

Az infrastruktúra legtöbb formája – ezek között a vizsgálatom tárgyát képező vízellátó infrastruktúra is – helyhez kötött, a kiépítettsége területileg eltérő lehet. Ez az eltérő

kiépítettség hatással bír az érintett terület társadalmi, gazdasági lehetőségeire. Az infrastruktúra egyes elemeinek a „hatótávolsága” eltérő: vannak olyan elemek, amelyeknek hatása makroregionális térben érvényesül, más elemek viszont csak lokálisan befolyásolják a térség fejlődését. A gazdaság és az infrastruktúra között kölcsönhatás állapítható meg: a gazdaság fejlődésének feltétele egy bizonyos szintű alapellátás, és az infrastruktúra állapotára is visszahat a gazdaság fellendülése vagy hanyatlása.

2.2.3. Terület- és településfejlesztés a víziközművek aspektusából

A 2.1.4. fejezetben már említett, a szerves településfejlődést megzavaró történelmi események eredményeképpen a társadalomfejlődés Magyarországon megkésett, és ennek kompenzálására kialakult egy gyakorlati és egyben társadalom-pszichológiai reakció, a **várospreferencia**, ami máig meghatározója a fejlődésnek (KULCSÁR J. L. 2008). Az eltérő gazdasági, környezeti, társadalmi adottságok miatt eleve meglevő területi differenciákat ez a szemléletbeli hozzáállás tovább fokozta. Következésképpen Magyarországon belül a területi különbségek akár a régiók, akár a megyék, akár a kistérségek közötti különbségeket nézzük, az európai átlag felettiek. Az egy főre jutó GDP tekintetében például a NUTS 1 szintű egységek, Magyarországon a 3 régió közötti különbség 2005-ben nálunk volt a legmagasabb (SZABÓ P. 2008). Ez úgy is megfogalmazható Tóth, Pirisi és Trócsányi után, hogy „a kiemelkedő jelentőségű térszerkezeti tengelyek által nem érintett területek a földrajzi tér ritkább textúrájával tűnnek ki” (TÓTH J. 1996, PIRISI G. – TRÓCSÁNYI A. 2006).

Ez a földrajzi tér a vízi infrastruktúra által is meghatározott, és az említett differenciák, a helyenkénti „ritkább textúra” ezen a területen is érzékelhető(k). A különbségek nagyságát, az átlagtól mért eltérést jelentős mértékben befolyásolják a gazdasági adottságok. Így a preferencialistán hátrább elhelyezkedő kistépülések esetében a legkedvezőtlenebb a vízi infrastruktúra kiépítettsége, főképp a szennyvízelvezetés területén.

A vezetékes víz megléte alapfeltétele szinte minden termelő tevékenységnek, a fejlődéshez a már régóta érvényesülő versenykörülmények között egyenesen elengedhetetlen. A vezetékes víz rendelkezésre állásában léteznek mind mennyiségi, mind technológiai különbségek, ezek a differenciák település- és termelőstelepítést determináló tényezők, így a fejlődés lehetőségei önmagába záródó kört alkotva korlátozottak lehetnek. Ideális területfejlesztési folyamatban a gazdasági és a humán szféra igényeit kiszolgáló létesítmények, infrastruktúra fejlesztése egyszerre történik, ezt azonban a gazdasági vagy egyéb feltételek hiánya gyakran megghiúsítja. Ilyen egyéb feltételt, körülményt jelentett a településfejlesztés tervezésében a II. világháborút

követően a központi irányítás általánossá válása, ami lelassította főleg a centrumoktól távol eső területek fejlődését (LÁSZLÓ L. 2002). Az önkormányzati hatáskörbe kerüléssel a településfejlesztési feladatok tervezésében egyre inkább előtérbe kerültek a helyi kezdeményezések, ami a településfejlesztés módszertani formájának megújulását hozta.

Általában a területi egyenlőtlenségek megléte a társadalom gazdasági fejlődésének egyik legerősebb motorja (csak ennek jelenlétében üzemanyag nélküli motor), de egyben gátja is. A területi egyenlőtlenségek egyben esélykülönbséget is jelentenek. Ugyanakkor egyszerre tekinthetők az egyensúlyhiány alapjának és következményének is (NEMES-NAGY J. 1990), beavatkozás nélkül mintegy öngerjesztő folyamat beindításával.

Fentiek miatt a terület- és településfejlesztés egyik legfontosabb célkitűzése a területi egyenlőtlenségek mérséklése. Az előző gondolat alapját adó folyóiratcikk megírásának idején, 1990-ben a szerző úgy értékelte a magyar területi fejlődés tapasztalatait, hogy a területi egyenlőtlenségekre ható tényezők között a területfejlesztési politika szerepe másodlagos, meghatározó szerepet az általános társadalmi, gazdasági, politikai körülmények és szabályozók jelentenek. Azóta a terület- és településfejlesztés eszköztára kiegészült az Európa Unió pénzeszközökkel, ami nagyobb hatóerőt biztosít a tervezett fejlesztéseknek.

A Magyarország Európai Unió csatlakozása előtt készült felmérés a legnagyobb hiányosságokat, elmaradást épp az infrastruktúra, azon belül is jelentős mértékben a víziközművek területén állapította meg. Így erre a területre az átlagosnál nagyobb figyelem és fejlesztési forráskészlet jutott, aminek eredményeképpen a lemaradást sikerült megszüntetni, illetve a csatornázottság, szennyvíztisztítás, illetve -kezelés területén jelentős mértékben csökkenteni.

A fejlesztések anyagi fedezetének biztosításán túl az Európa Unió segítség további hozadéka, hogy hosszú távú és rendszerszemléletű fejlesztési tervek elkészítéséhez kötötte a pénzeszközök folyósítását, így a beruházások a korábbinál hatékonyabbak voltak. Az elvárt tervezési koncepciók kialakításához újra kellett gondolni az addigi gyakorlatot, ezt a célt szolgálta az 1996. évi területfejlesztési törvény létrehozása. A 2.3.1. fejezet tanúsága szerint a vízellátás kérdése szorosabban köthető településhez, mint területhez, ebből adódóan az ezzel kapcsolatos feladatok is a településfejlesztés témakörébe tartoznak. Mivel a terület, a földrajzi tér anyaga ugyanaz, mint a településé, ezért a konkrét programtervekre lebontott területfejlesztési intézkedések értelmezhetők a vízellátásra is.

Az 1996. évi területfejlesztési törvénynek az értelmezésében a „terület” gyűjtőfogalom a térből kiragadott települési elemek egy halmazát jelenti, ezáltal a fejlesztés tekintetében megosztja a

teret. Ezzel szemben a területi tervezési egységekre (település, kistérség, megye, régió, ország) jellemző, hogy nagyságuk által meghatározott sorrendben a kisebbek maradéktalanul a nagyobbban helyezkednek el, együtt teszik ki a legnagyobb alkotóelemet. Ebből adódóan minden változás, folyamat, amely az egyes kisebb egységekben zajlik, a nagyobb rendszerben is érezteti hatását (LOYDL T. 2002). A fejlesztési politika ezt a távolabbra is kiható, összegződő hatást a területfejlesztés gócpontjainak célszerű megválasztásával többszörösen is megpróbálta kiaknázni, a fejlettebbé vált központok húzóerején keresztül. Az elgondolás ésszerű, működőképességére a gyakorlatban pozitív, negatív és semleges példákat egyaránt találunk. A területfejlesztés soktényezős mivoltát figyelembe véve – ahogy más sikerre törekvő „projektek” esetében is – célravezető az integrált megközelítés. Ez a területfejlesztés esetében azt jelenti, hogy a fejlesztésre nem csak egy tervet, de komplex programot kell kidolgozni, amelyben nem csak a műszaki, gazdasági szemlélet fontos, de társadalompolitikai megfontolásokat is kíván (RECHNITZER J. 2002). Jó példa erre a víziközmű szolgáltatók rendszerének folyamatban levő átalakítása, amely szolgáltatói és társadalmi oldalról nézve egyaránt hatékony, magas színvonalú szakmai munka lehetőségét kívánja biztosítani, a vízellátás feladat fontosságának tudatában.

2.3. A kommunális vízellátás komfortja – fenntartható módon

A mai kialakítású vízellátó hálózatok (tisztítással előállított vezetékes ivóvíz csőhálózaton történő fogyasztókhöz juttatása, amelyet egy zárt csatornás szenny- és csapadékvíz elvezetés, szennyvíztisztítás, természetes befogadóba bocsátás követ) összes költsége mind a beruházás, mind a működtetés során a városi infrastrukturális hálózatok közül a legmagasabb. Ezeknek a hálózatoknak a **gazdasági, ökonómiai értelemben vett fenntarthatóságát** szolgálja minden olyan technikai megoldás, amellyel a vízellátás költségei csökkenthetők. Az **ökológiai szempontú fenntarthatóságra** törekvés a felhasznált víz mennyiségének vagy minőségének óvását célozza meg. A fenntarthatóságot az ökológiai és az ökonómiai szempontok összehangolásaként kell értelmeznünk (ahol az ökonómiának nem lehet feltétlen célja a gazdasági növekedés mai ütemének fenntartása, illetve növelése). A természetvédelem igényeinek előtérbe kerülésével egyre fontosabb és talán a gyakorlatba is átültetésre kerül a kétféle szempontrendszer integrált megközelítése (SIMONFFY Z. 2002). A fenntartható fejlődés fogalmát kell tehát új megközelítésben értelmeznünk, ahol a fejlődés nem elsősorban a növekedést, hanem a minőségi változást, tökéletesebb állapot elérését jelenti (DALY, H. 1991, BÉRES T. 2004). A bolygónkon zajló globális környezeti változások sok szempontú

értékelésekor a tudósok véleménye megegyezik abban, hogy a vízellátást meghatározó hidrológiai körfolyamatra jelentősebb hatással bír az emberi tevékenység, mint a klímaingadozás (SZÖLLŐSI-NAGY A. 2010). Ezért is fontos az emberi hozzáállás a vízi infrastruktúra alakítása során.

Az ivóvíz mennyiségi és minőségi óvását nemcsak a vízkészletek véges nagysága indokolja, hanem a vízellátás energiaigényessége is: ha kevesebb vizet fogyasztunk, akkor ezzel együtt az energiafelhasználásunk is csökken (EÖRDÖGHNE M. M. 2011-A).

A fejlett országokban az utóbbi két évtizedben a növekvő komfortigények és a gazdaságos megoldásokra törekvés találkozása nyomán üstökös pályán mozgott a lakóépületek hőérzeti komfortját szolgáló berendezések fejlődése. A hasonló szolgáltatásként értelmezhető víz legalább ugyanekkora figyelmet érdemel – lévén nem csupán komfortfeltétel, de az emberi létezés nélkülözhetetlen eleme. A vízellátás tehát hasonló „karrier” – felértékelődés előtt kell, hogy álljon, mint amelyet az épületekben elvárt hőkomfortot biztosító rendszerek futottak be az utóbbi húsz évben. Ennek ellenére a szakirodalom a műszaki megoldások fejlesztésén kívül a fenntartható vízfogyasztás elérésének egyéb útjait, módszereit nem tárgyalja, ilyen irányú elemzés, összefüggés-vizsgálat a külföldi kutatásokban sem áll rendelkezésre. Az, hogy **a globálissá váló környezeti problémák megoldásához nem elegendő csupán a tudomány és technika eredményeit bevetni**, a környezeti paradigmaváltás során mindinkább egyértelművé válik, ahogyan az is, hogy a talán legfontosabb új eszköz a kihívások kezelésére az emberek szemléletének megváltoztatása. Ezzel a módszerrel együttesen befolyásolható a fogyasztásra ható sokféle tényező, legyen szó bármilyen cikk fogyasztásáról.

2.3.1. Mutatószámok a fenntartható vízhasználatra ösztönzés szolgálatában

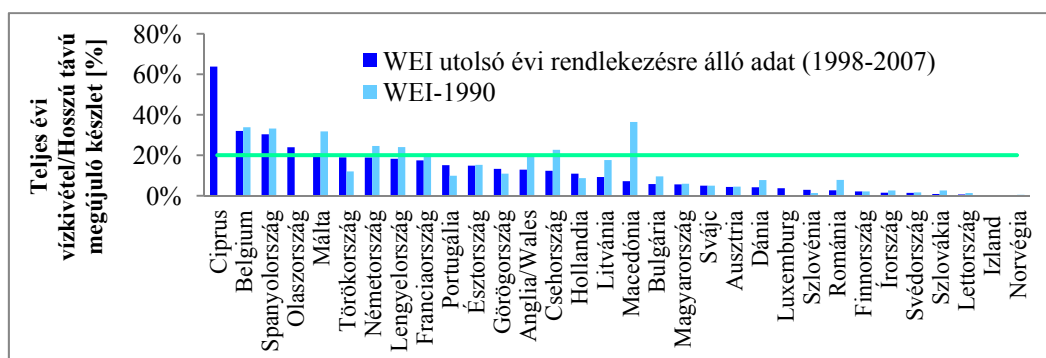
Ahogyan az egészséges ivóvíz nélkülözhetetlen az emberi élethez, ugyanúgy termelés, gazdasági fejlődés sem jöhet létre víz nélkül. A **víz** e két funkciója – **életfenntartó erőforrás és ipari nyersanyag** – között az ipari-indusztriális-posztindusztriális társadalmak kialakulása óta észlelhető egy érdekellentét által generált feszültség. Ezt a szembenállást tovább szítja az a tény, hogy a Földön a vízkészletek eloszlása egyenlőtlen, az igények és készletek mind térben, mind időben eltérően jelentkeznek. Amellett, hogy a Föld népességének egyre jelentősebb része él fizikailag vízhiányos területen (1990-ben 4–5%, 2025-re várhatóan 40–50% (KULSHRESHTHA, S. N. 1993), az ezredfordulón 1,2 milliárd ember számára nem biztosított az egészséges ivóvíz, számuk 2025-re várhatóan 2,3 milliárdra nő (KÖCK, H. 2009), E tények és a

jövőre vonatkozó előrejelzések mellett gyakori a vízkészletek „túlhasználata”, az utánpótlódás üteménél gyorsabb kitermelése. Rövidebben: a vízfelhasználás nagyobb, mint a víz körforgása révén évente megújulóként rendelkezésre álló vízmennyiség. Ezek a kérdések ismét a fenntartható vízfelhasználás témaköréhez vezetnek. A fenntartható vízgazdálkodás eléréséhez szükséges a már ma is komoly problémákat hordozó helyzetnek és várható súlyosbodásának tudatosítása minél szélesebb társadalmi rétegekben. Ezt a célt szolgálja különféle szemléletes mutatók definiálása, mint például vízkitermelési index, virtuális víz, vízlábnyom, fizikai illetve gazdasági vízszegénység.

Vízkitermelési index

A 2003-ban, az ENSZ és az UNESCO közreműködésével összeállított Víz Világjelentés megállapításai szerint a következő húsz évben a Földön az egy főre jutó felhasználható vízkészlet egyharmaddal csökken a népességnövekedés és a szennyezések miatt. A gyorsan növekvő népességű városokban a vízszolgáltató infrastrukturális fejlesztések szinte képtelenek követni az igényeket, és ez a felszín alatti vizek túlzott kihasználtságához és elszennyeződéséhez vezet. A vízkészletekre nehezedő nyomás mértékét, az adott országban vagy régióban a rendelkezésre álló és a felhasznált vízmennyiség arányát mutatja a vízkitermelési index (2.3-1. ábra), amelynek 20%-on felüli értéke vízhiányt jelez.

A mutató szemléletesen kijelöli az adott területen a gazdasági tevékenységekhez felhasználható vízmennyiséget, segíthet elkerülni a vizek túlzott mértékű használatát, a helyben előnyös technológiák kiválasztását. Nem vízkímélő megoldás például a kiterjedt öntözéses mezőgazdálkodás folytatása a déli országokban, ahol általában négyszeres vízmennyiség szükséges hektáronként⁶.



2.3-1. ábra: Vízkitermelési index (WEI).
 Forrás: EEA⁷ alapján szerkesztette EÖRDÖGHNE M. M. 2011

⁶ http://www.eea.europa.eu/publications/state_of_environment_report_2005_1

⁷ <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-exploitation-index-wei-3>

Virtuális víz

A virtuális víz fogalmát Anthony ALLAN (1993), a Londoni King's College egyetem professzora definiálta, amit 2008-ban a (szakmai körökben vizes Nobel-díjként ismert) Stockholmi Víz Díjjal ismertek el. A téma azóta sok kutató érdeklődését keltette fel, akik új aspektusait tárták fel és vizsgálták a mutatónak, közülük néhány, akikről merítettem a fogalom magyarázatához: CHAPAGAIN, A. K. – HOEKSTRA, A. Y. (2007), HOEKSTRA, A. Y. – MEKONNEN, M. M. (2012), COSGROVE, W. J. – RIJBERSMAN, F. R. (2000), LLAMAS, R. M. – MARTINEZ-CORTINA, L. – MUKHERJI, A. (2009), MARJAINÉ SZ. ZS. – KOCIS T. 2012, CARR, J. A. et al. (2012).

Allan professzor kifejlesztett egy módszert, amelynek segítségével kiszámítható az egyes termékek vízigénye előállításuktól kezdve egészen a fogyasztóhoz történő eljuttatásukig. Ugyanannak a terméknek az előállítása más mennyiségű vízfelhasználást jelenthet az egyes országokban, ezért ugyanaz a termék különböző országokban más számértékű virtuális vízzel jellemezhető. Figyelembevételével eldönthető, hogy egy adott országnak milyen termékekre érdemes felhasználnia a rendelkezésére álló vízmennyiséget a leghatékonyabb eredmény elérése érdekében, így célszerű eszköze lehet a felelős vízgazdálkodásnak, vagy pl. vízigényes javak, technológiák gyártási helyszíne megválasztásának. Allan professzor elmélete alapján az élelmiszertermeléshez kötődő „virtuális víz importtal” csökkenthető a vízszegény területekre nehezedő nyomás.

2.3-1. táblázat: Virtuális vízigény adatok. Forrás: Zygmunt⁸ alapján szerk. EÖRDÖGHNÉ M. M. 2010

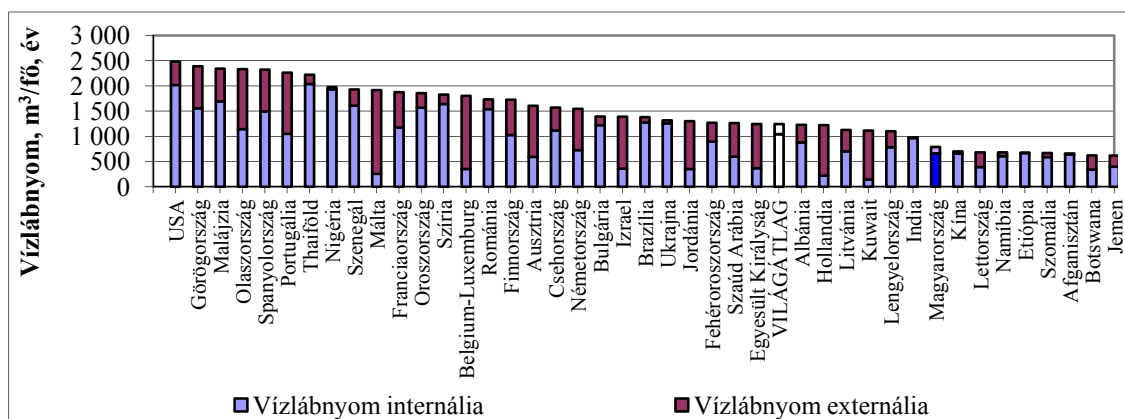
<i>termék</i>	<i>mennyiség</i>		<i>virtuális vízigény [L/]</i>
marhabőr cipő	1	pár	8 000
marhahús	200	g	3 000
hamburger	150	g	2 400
rizs	100	g	300
tej	200	ml	200
krumplisipsz	200	g	185
kukorica	200	g	180
narancs-dzsúz	200	ml	170
kávé	125	ml	140
búza	100	g	135
tojás	40	g	135
bor	125	ml	120
sör	300	ml	90
alma	100	g	70
narancs	100	g	50
kenyérszelet	30	g	40

⁸ http://www.waterfootprint.org/Reports/Zygmunt_2007.pdf

Vízlábnyom

A vízlábnyom definícióját A.Y. Hoekstra és A.K. Chapagain holland kutatók határozták meg, a virtuális víz fogalmára is építve. A vízlábnyom értéke kifejezi, hogy mennyi az adott fogyasztócsoporthoz (ország, város, egyén stb.) által használt termékek, igénybe vett szolgáltatások teljes vízigénye. Egy országos vízlábnyom két részből áll, a belföldi készletekből felhasznált víz mennyiségéből (vízlábnyom internália) és az importált termékek révén más országokban történt vízfelhasználásból (vízlábnyom externália). Mindkét helyen felhasznált víz származhat kék vízkészletből (felszíni és felszín alatti természetes vizek), zöld vízből (csapadék) és szürke vízből (egyszer már felhasznált, enyhén szennyezett, újrafelhasznált víz). A háromféle eredetű vizet a vízlábnyom különböző módon veszi figyelembe. Az egyes országok vízlábnyomának kiterjedése a földrajzi és éghajlati adottságokon kívül a fogyasztási szokásoktól is nagymértékben függ. A két holland kutató UNESCO-IHE megbízás alapján 2004-ben elkészült tanulmányához fűződő mellékletek az országonkénti fogyasztáshoz és a termelés különböző szektoraihoz tartozó vízlábnyom értékek mellett összehasonlító adatokat is közölnek az adott ország kapacitásairól, képet nyújtva így az ország külföldi vízkészletektől való függéséről is (CHAPAGAIN, A. K. – HOEKSTRA, A. Y. 2004, MEKONNEN, M. M. – HOEKSTRA, A. Y. 2012). A vízlábnyom értékét 142 ország esetében állapították meg. A Földön az átlagos vízlábnyom értéke 1240 m³/fő, év. A listát vezető USA vízlábnyomának kiterjedése az átlag kétszerese (2.3-2. ábra). Olyan vízhiányos országok (pl. Görögország, Spanyolország) is a lista elején találhatók, akik a nagy vízfelhasználást a jelentős részarányú öntözéses mezőgazdálkodással érik el, esetükben útmutató lehet a vízlábnyom értéke az ország természeti adottságaihoz előnyösebben illeszthető termények választására. Magyarország a 128. helyen áll 789 m³/fő, év értékkel. Korábbi statisztikai adatokkal összehasonlítva Magyarország néhány hellyel hátrább sorolt a listán, de ezt valószínűsíthetően nem hazánk vízlábnyom csökkenése, hanem más országok vízlábnyom növekedése idézte elő (EÖRDÖGHNE M. M. 2010-A).

A fenti mutatókon túl használatos még a fizikai és gazdasági vízszegénység fogalma, amelyeket a Nemzetközi Vízkészlet-gazdálkodási Intézet (International Water Management Institute, IWMI) megbízására egy nemzetközi tudóstársaság 2005-ben elkészített tanulmánya (amely alapul szolgált a világ vízszegény területeinek térképe elkészítéséhez) definiál. Fizikai vízszegénységként határozza meg a tanulmány azt az esetet, amikor a felszíni és felszín alatti kitermelhető vízkészletek legalább 75%-át mezőgazdasági célokra használják fel, és emiatt az adott régióban vízhiány alakul ki (pl. India és Kína egyes területei). Gazdasági vízszegénységről a tanulmány értelmezésében akkor beszélhetünk, ha a



2.3-2. ábra: Országok fogyasztásának vízlábnyoma.

Forrás: CHAPAGAIN, A. K. – HOEKSTRA, A. Y. 2004 adatai alapján szerk. EÖRDÖGHNE M. M. 2010.

felszíni és felszín alatti vízkészlet az adott területen élők vízszükségletének fedezésére elegendő lenne, de a gazdasági elmaradottság miatt nem lehetséges olyan technológiák alkalmazása, amelyekkel a megélhetéshez szükséges vízmennyiség kitermelhető (pl. az afrikai országok a Szaharától délre).

A fenntartható vízellátás összegzett megfogalmazása egy berlini nemzetközi környezetkutató intézet (Ecologic – Gesellschaft für Internationale und Europäische Umweltforschung) kutatási jelentése szerint az erőforrás-minimalizálás elve, ami a vízgazdálkodásban mind a forrás (értsd: víz), mind az energia-felhasználás csökkentését jelenti KAHLENBORN, W. – KRAEMER, A. 1998).

2.4. A vízfogyasztást befolyásoló tényezők

A lakossági vízfogyasztást befolyásoló tényezők körét a szakirodalom általában négy csoportba sorolja: földrajzi, gazdasági, technikai és személyi körülményekre (bővebb, grafikus ábrázolás ld. 3.3-1. ábra). Az egyes csoportok részben átfedik egymást, a befolyásoló tényezők némelyike több csoportba is tartozhat. A vízellátó rendszer fejlődésével együtt ezek a tényezők változnak összetételüket és hatásuk erősségét tekintve is. Az ellátó rendszer kiépülését követő első időszakban nagyobb szerep jut a **személyi tényezők**nek, fokozatosan alakul ki a használat kultúrája. Ezt a tényt a fogyasztás elméletével foglalkozó tanulmányok igazolják: az emberek, akár fogyasztó, akár munkavégző szerepükben vizsgáljuk őket – az új megoldások hasznélvezői, így döntéseik hatással vannak az újdonságok terjedésére (BERÉNYI L. 2009). A vízellátó rendszer, mint technikai innováció fogható fel. Az innovációk terjedésének alapvető jellegzetességeiről Torsten Hägerstrand dolgozott ki egy elméletet (HÄGERSTRAND, T. 1952).

Az innovációs hullám terjedésének nem csak területi aspektusát vizsgálta, de rámutatott a terjedés **társadalmi dimenziójára** is. Elméletét a vízfogyasztásra is alkalmazhatjuk, amennyiben a vezetékes vízellátás általánossá válásának kezdetén az ellátó rendszer kiépítése nem jelentette automatikusan annak teljes körű használatát is – az innováció terjedése a társadalmi szférában lassúbb volt, mint a területi, infrastrukturális szférában.

Adott földrajzi és gazdasági jellemzőkkel leírható terület összes vízfelhasználását objektíven meghatározó tényezők a lakosság életvitele és a gazdasági szereplők tevékenységének jellege, intenzitása. Vizsgálatomban a kommunális vezetékes vízfelhasználást elemzem, amelyben a lakossági vízfelhasználás dominál, az erre ható tényezők körének feltárása a célom.

A kommunális vízfogyasztást befolyásoló tényezők egymással is (esetenként szoros) kölcsönhatásban vannak, ezeknek a különböző hatásoknak a határa a számadatok mögött rejtve maradhat. A stagnálást, állandósult állapotot jelző statisztikai eredmények mögött több helyzetben is kimutathatók az egymást kioltó ellentétes hatások. Fontos ezért a hatótényezők, mutatószámok összetevőiről is információval rendelkezünk, és azokat is elemezni. A KSH egy alábbi elemzésének is fontos tanulsága ez. Nyugat-Dunántúlra vonatkozó statisztikai adatok szerint a fejenkénti lakossági vízfogyasztás változása az utóbbi 10 évben a régióban átlagosan 0,5%, de a régió egyes megyéiben növekedett, másutt csökkent a mutató értéke (NYITRAI J. 2009). A tíz év alatt mért 0,5%-os változás mögött a területi különbségek mellett felfedezhető az is, hogy ez az állandósultnak tekinthető állapot a piaci hatások és a felhasználási szokások változása eredőjeként alakult ki.

A régió megyéi között meglevő nagy területi különbségek tehát éreztetik hatásukat. Ugyancsak a Nyugat-Dunántúlra jellemző, hogy a települések nagysága és a vízfogyasztás mértéke között összefüggés fedezhető fel, a település-lakosságszám növekedésével és a lakások komfortfokozatának emelkedésével nő az egy főre jutó vízfelhasználás, így ez a városokban a legmagasabb.

2.4.1. A vízdíj, mint a víz fontosságának kifejezője

A rendszerváltás nyomán létrejött változások egyik nagy hozadéka az infrastruktúra felértékelődése, amelynek fejlesztésére jelentős pénzüsszegekhez jutottunk az Európai Unióhoz történt csatlakozásunkkal. A felértékelődés nem csak a kiépített rendszerre vonatkozóan zajlott le, de a rendszerek által nyújtott szolgáltatások, termékek díja esetében is. Így a vízdíj is több

cél eszközként jelenik meg. Az ICEG⁹ Európai Központ tanulmányának tömör és tartalmas megfogalmazása szerint a vízdíjképzés célkitűzése, hogy „az (a vízdíj) minél inkább tükrözze a vízhasználat társadalmi határkölségeit, gazdasági hatékonyságra ösztönözzön, biztosítsa a környezeti erőforrások fenntartható használatát, kezelni tudja a társadalmi egyenlőség problematikáját, és környezettudatos vízhasználatra sarkallja a fogyasztókat” (NÉMETI T. 2005). Ez a definíció úgy is összegeezhető, hogy a vízdíj kifejezi a víz értékét, szükségességét a társadalom számára.

A gazdasági szempontok vizsgálatánál meghatározó szerepet játszik az a tény, hogy az infrastrukturális beruházások magas költségigénye és hosszú megtérülése miatt egy területen csak egy szolgáltató van jelen. Ez akár a monopolhelyzetből adódó visszaélésekre is lehetőséget adhat, ennek kiküszöbölése az állam feladata célszerű szabályozók előírásával és betartatásával. Vízszolgáltatói oldalról nézve a legtöbb terméknel szokványos, fogyasztásösztönző díjszabás és üzletpolitika ellentétes a környezetvédelem követelményeivel, ezt a díjak meghatározásánál tekintetbe kell venni.

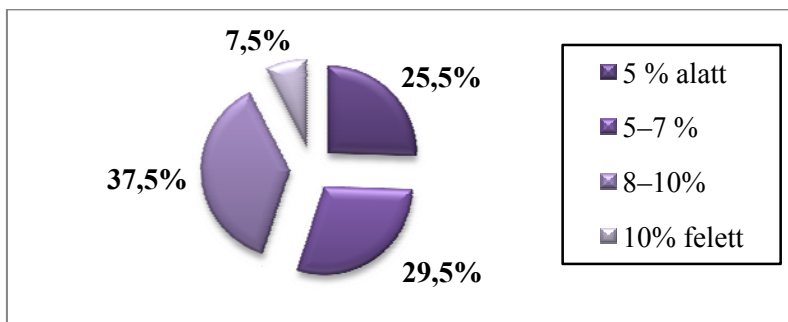
Társadalmi szempontból a vízdíjnak ki kell fejeznie az ellátás szükségességének értékét az ellátott közösség szempontjából, illetve szerepe lehet a javak újraelosztásában is, jövedelem-, illetve fogyasztásfüggő tarifák kialakításával. Ez a gyakorlat külföldön elterjedt, a vízdíjak a sok esetben tartalmaznak kompenzációs elemeket is a társadalmi igazságosság érvényre juttatása érdekében (NÉMETI T. 2005). Mint alapvető, az élethez nélkülözhetetlen anyag, a víz elérhető kell, hogy legyen mindenki számára.

Az, hogy a környezetvédelem szempontjai (és költségei) érvényesítésre kerülnek a víz árában, a fedezet megteremtése mellett a környezettudatos szemlélet formálásának is fontos eszköze. Nem lehet ugyanakkor a vízdíj az egyetlen ösztönző a környezettudatos, „vízhatékony” megoldások preferálására, mivel a már említett társadalmi/szociális szempontokat is figyelembe kell venni. A környezetvédelmi és vízügyi szabályozás nem váltható ki teljes mértékben gazdasági eszközökkel.

Az Európai Unió által 2000-ben kiadott Víz Keretirányelv (2000/60/EK) 2010-től előírja a költségmegtérülés elvének megfelelő vízdíjképzést, a vízfelhasználás költségeit a felhasználókra terhelve. Ugyanakkor meghagyja a lehetőséget, hogy a költségmegtérülés mértéke szociális, gazdasági, földrajzi stb. tényezők figyelembe vételével kerüljön meghatározásra.

⁹ International Center for Economic Growth

A Magyarországon kialakult víz- és csatornadíj a lakosság jövedelméhez viszonyítva magas (PAPP M. 2009, CSATÁRI B. 2004), de nem fedezi a víz- és csatornaszolgáltatás összes ráfordításának mintegy 70%-át kitevő állandó költségeket (2.4-1. ábra), és egyáltalán nem biztosítja a lehetőséget a rekonstrukciót, a korszerűsítést szolgáló pénzügyi alap képzésére.



2.4-1. ábra: A víz- és csatornadíj kiegyenlítésére költött összeg részesedése a háztartások összjövedelméből Kecskeméten.

Forrás: CSATÁRI B. 2004.

Magyarországon jelenleg a legtöbb vízszolgáltató egytényezős díjrendszert (csak a fogyasztástól függő ármegállapítást) alkalmaz, amely nem ösztönöz a fenntartható vízhasználatra (NÉMETI T. 2005).

A víz szolgáltatói árának meghatározásakor sokféle szempont érvényesül, így elemzésem nem tudja felvállalni a vízdíjra ható faktorok komplex modelljének megalkotását, csupán néhány objektív, műszaki tényező hatásának vizsgálatára vállalkozhatok.

2.5. A vízellátó infrastruktúra hatása a természeti környezetre

Az emberi tevékenység és a természeti környezet kölcsönhatása sok vizsgálatnak, elemzésnek, modellalkotásnak képezte a témáját (MEADOWS, D. H. 2005; ERDŐSI F. 1978, TÓTH J. 1981, PÉCSI M. 1984; FARKAS P. 2000; SZABÓ G. 2000; VARGA G. 2000; HAJNAL K. 2001; FODOR I. 2001; ISTVÁNOVICS V. – SOMLYÓDY L. 2002; NOVÁKY B. 2002; HAJNAL K. 2006; SZABÓ-KOVÁCS B. 2007; HAJDÚ Z. 2007; BUDAY-SÁNTA A. 2009; VARJÚ V. 2009; GYENIZSE P. – RONCZYK L. 2010).

A vizet a szennyezőanyagok elszállítására az ember közvetlen életteréből néhány száz éve használjuk. Amikor a vízhasználatnak ez a módja elfogadottá vált és egyre szélesebb körben került alkalmazásra, a módszer forradalmi jelentőségű volt járványveszélyt csökkentő hatása miatt. Az akkori népességszám, az urbanizáció akkori szintje mellett rendkívül előnyösnek volt mondható, hatalmas fejlődést tett lehetővé a települési funkciók koncentrációjával keletkezett

városműködtetési feladatokra kínált megoldásával. A vízi infrastruktúra mai állapotának gyökerei tehát a középkori társadalmi állapotokban keresetők, amikor a technikai eszközök fejlettségének adott szintjén, az elérendő célt szolgáló berendezések híján (szennyvízátemelő szivattyúk, vákuumos szennyvízelvezető hálózat stb.) a működési elv célszerű megválasztásával vált lehetővé a feladat megoldása. Az alkalmazott módszer miatt megnövekedett szennyvíz mennyiség az akkori népességszám és a városok kisebb mérete mellett nem okozott problémát. Mára viszont az említett keretfeltételek megváltozásával a tetemes szennyvízmennyiség tisztítása jelentős többletköltséget és kiépített infrastruktúrát igényel, és ezek hiányában a szennyvíz elégtelen tisztítás után jut vissza a természetbe, elszennyezve a potenciális ivóvízbázisokat. A közüzemi vízellátáshoz telepített kutak nagy része mélyebben található rétegvizeket csapol meg, de már ezeknél is tapasztalható a szennyeződés hatása (BUGYA T. – WILHELM Z. 2004). Jó minőségű vízforrásokat keresve így már a nehezebben hozzáférhető, lassabban utánpótlódó vizek kitermelésére kerül sor, ami a hidrológiai körfolyamat megzavarását, a felszín alatti vizek túlzott mértékű kitermelését eredményezi (CUSTODIO, E. 2002). Ennek példáival találkozhatunk a Duna-Tisza közti Homokhátságon, ahol a felszín alatti vizek túlzott kitermelése miatt 1970 óta átlagosan 1–1,5 m vízszintsüllyedés következett be (RAKONCZAI J. 2006). Az utánpótlódást meghaladó mértékű vízkitermelés hatása – ahogy több más, a vízellátás során felmerülő probléma is – a nagyvárosok környezetében fokozott mértékben jelentkezik, Magyarországon erre főleg alföldi települések hozhatók fel példának: Debrecen esetében 24 m mélységű, 20 km átmérőjű, Szegeden 8 m mély, 10 km átmérőjű depressziós tölcsek alakultak ki a felszín alatti vizek rétegzett áramlási rendszerében (MARTON L. 2009).

A természeti környezetben kialakult változások tekintetében hasonló jelenség Pécssett is megfigyelhető volt a 19. század végén a bányászat terjedésével, ami a felszín alatti vizek kitermelését, leszívását igényelte, hogy a lelőhelyek hozzáférhetővé, bányászhatóvá váljanak. Emiatt a Mecsekben hozzávetőlegesen 12 km² területen lesüllyedt a karsztvízszint, aminek következtében teljesen elapadt 420 kút és 25 forrás vize, és további 38 forrás vízhozama csökkent. A bányákból kitermelt víz ugyanakkor másik patakok vízhozamát növelte (GYENIZSE P. – RONCZYK L. 2010). A nagy vízhozamú Tettye-forrás táplálta patak időszakos vízfolyássá válása is a bányászat terjedésével kezdődött meg, később a közcélú vízellátáshoz kitermelt vízmennyiség is ezt a folyamatot erősítette. Mára az egykori patakmederbe csak bőséges csapadék után jut karsztvíz.

A depressziós tölcsek hatása nemcsak a potenciometrikus szintek¹⁰ süllyedésében, a kitermelési költségek növekedésében, fokozódó vízminőség-romlásban, ökológiai károsodások kialakulásában jelentkezik, de a talajszerkezet állékonyságának megváltozása miatt a felszín süllyedéséhez is vezethet, a rajta levő építmények állagromlását, statikai problémákat okozva. Látható tehát, hogy a vízkitermelés fenntarthatóságának meghatározásakor nem elegendő a közvetlen költségeket számba venni, hanem komplex módon fel kell mérni a vízkiemelés hatásait a természeti környezetre is, a víz hidrológiai körforgásának minden állomásán biztosítani kell a rendszer működéséhez szükséges víz mennyiségét.

Ezt a hozzáállást nevezhetjük a vízkészletek fenntartható használatának, amikor a vízigények kielégítését olyan módon oldjuk meg, hogy a következő generációk vízigénye is fedezhető legyen a hosszú távon megőrzött vízkészletekkel (GLATZ F. 2002). Ennek egyik feltétele a felszíni és felszín alatti vizek összehangolt használata úgy, hogy vízbőség idején a felszín alatti készletek is feltöltődjenek és a száraz időszakokban mint egyfajta tárolóból lehessen ezeket a vizeket felhasználni (MARTON L. 2009). Ennek a szemléletnek a terjedéséhez szükséges a **tudományágak közötti kommunikáció**, a vízgazdálkodási tevékenységben minden érintett tudományterület bevonása, a problémák rendszerben kezelése, integrált megközelítése (SZESZTAY K. 2007).

Hosszú évekig a kommunális vízhasználatból eredő környezetterhelésben a legnagyobb szennyeződés-arányt az aszimmetrikusan kiépített vízellátó, illetve csatornarendszer okozta. A komfortosan elérhetővé vált vezetékes vízzel ugyanis jelentősen megnőtt a felhasznált víz mennyisége, és a szennyvízelvezetés és -tisztítás hiánya miatt ez a nagyobb mennyiségű szennyvíz jutott tisztítás nélkül vagy elégtelen tisztítás után a környezetbe. Mára jelentősen csökkent a csak vízbekötéssel, de csatornarákötéssel nem rendelkező lakosság aránya Magyarországon (a másodlagos közműolló értékével mérve: az 1995-ben észlelt legmagasabb, 45,9%-os másodlagos közműolló érték 2011-re 22,2%-ra záródott¹¹). A vízellátás általánossá válásával azonban megnőtt azoknak az ingatlanoknak a száma, amelyek bár vezetékekkel ellátott területen találhatók, gazdasági vagy egyéb okokból nem végezték el a hálózatra kötést. A vízellátásukat saját kútról, közkifolyóról oldják meg, a keletkező szennyvíz a vízzárási követelményeknek teljes mértékben nem megfelelő föld alatti tárolóban kerül gyűjtésre, így a szennyeződés egy része a talajba jut. Ezeknek a meg nem történt rákötéseknek a számáról részletes statisztikai adatsort nem találtam, a 2000. év előtti állapotra vonatkozóan a vezetékes

¹⁰ felszín alatti vizeknél a fedett, leszorított tükrű víztartóban kialakuló nyugalmi vízszinteket reprezentáló felület

¹¹ http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zrk006.html

ivóvíz ellátás 91%-os kiépítettsége mellett a lakáson belüli ellátottság becsült adata 80% volt (SOMLYÓDY L. 2000). Egy tanulmány elemzésében egy átlagos magyar falura vonatkozó adatok rajzolnak ki számunkra tájékoztató képet a kiépített hálózatra történő rácsatlakozási arány változásáról: egy 1980-ban létesült községi vízmű esetében induláskor a rákötési arány 30%, ez tíz év alatt 90%-ra emelkedett, az ezredfordulón a lakásoknak mintegy 9%-a nem rendelkezett vízbekötéssel a kiépített infrastruktúra ellenére; számukra a vízellátást közkifolyók biztosítják (REICH G. – PRINTZ J. 2002).

A rá(nem)kötés mai meglétét igazolja az, hogy több környezeti terhelésre érzékeny szolgáltató nevezte számottevő problémának a saját működési területén a hálózatra rá nem csatlakoztatott lakások arányát. Az új vízgazdálkodási törvénynek a rákötési kötelezettség bevezetése is célja.

2.5.1. Víziközművektől eredő szennyezések a természetben

Az urbánus körülmények között élő ember és természeti környezete közötti anyagcsere jelentős része a víziközműveken keresztül bonyolódik le. Mind az emberi szervezet működése, mind az ipari, mezőgazdasági termelés vizet igényel, és ez a víz a használat után szennyezetté válik. A két csőhálózat – a tiszta és a használt víz vezetésére kiépített rendszer – gazdasági, szabályozási okokból és a következmények késői felismerése miatt eltérő ütemben fejlődött, a vízellátás mögött a csatornaépítés lemaradt. A vezetékes vízellátás kialakulásával az egyszerűbb, komfortosabb vízhez jutási körülményeknek is köszönhetően a felhasznált víz mennyisége jelentősen megnőtt, és a kialakult műszaki megoldás (a víz szállítóanyagként történő felhasználása a szennyvíz elvezetésére) és a vízi infrastruktúra két rendszerének eltérő kiépítettségi szintje miatt a felszíni vizek, illetve a talaj felszínközeli rétegei nagy mértékben elszennyeződtek. Ennek eredményeképpen mára Magyarországon a talajvizek (amelyek a felszín alatti vizek legfelső rétegeit jelentik, a legfelső vízzáró réteg felett) emberi fogyasztásra előkezelés nélkül sehol sem alkalmasak.

Magyarország ivóvíz-ellátását több mint 94%-ban felszín alatti vízbázisok kitermelése biztosítja. Ezek a vízkészletek – köszönhetően a felettük elhelyezkedő földtani képződményeknek – jóval védettebbek a szennyeződésektől, mint a felszíni vizek, azonban ez a védelem korántsem teljes (FODOR I. 2002). Az eltérő vízáteresztő képességű fedőrétegeken keresztül az antropogén szennyezések hatása lejuthat a vízáadó rétegekig is, főleg a folyamatosan terhelést kibocsátó szennyező gócek esetében. A felszín alatti vizek túlzott mértékű (utánpótlódásnál gyorsabb) kitermelése esetén olyan mértékben módosulhatnak a

litoszférában az áramlási viszonyok, hogy még vastag védőréteg esetén is létrejöhet a felszínről induló kontamináció (MARTON L. 2012).

Magyarországon a felszín alatti vízbázisok több mint 60%-a **sérülékeny**, ez azt jelenti, hogy nincs felettük olyan vastagságú vagy olyan vízzáró képességgel rendelkező réteg, amely megakadályozná a felszínen keletkező szennyezőanyagok leszivárgását (SZÜCS P. 2012). Emellett ezek a sérülékeny vízbázisok egyben a vezetékes vízellátás költségei szempontjából a legkedvezőbb adottságúak, a települések közelében találhatók, emiatt területükön számos szennyezőanyag forrás működik. Sérülékenységük miatt a hazai vízbázisok közül főleg a talajvizek és a parti szűrésű vizek veszélyeztetettek. Ez utóbbi, a parti szűrésű víz adja Magyarország vízellátásnak hozzávetőlegesen a 40%-át, de van, ahol ez az arányszám még magasabb, pl. Budapest esetében a vezetékes ivóvíz 99%-a származik parti szűrésből (saját kérdőíves felmérés alapján).

A vezetékes víz iránti mennyiségi igény visszaesése lehetővé tette, hogy a felszíni vizekből származó ivóvíz aránya a korábbi évekre jellemző 12–15%-ról 5–6%-ra csökkenjen (SOMLYÓDY et al. 2002), ezzel költséges tisztítást igénylő vízforrás vált nélkülözhetővé.

Az emberi tevékenység miatti elszennyeződések a természetes vizekben részben pontszerű, részben diffúz formában fordulnak elő. E két szennyezés típus közt a különbség a szennyezés megjelenésében, terjedésében, illetve a szennyezőanyag-kibocsátás időbeli változásaiban mutatkozik meg. A **pontszerű terhelés** „kis kiterjedésű, jól lehatárolható, egyféle szennyezőforrásból származó szennyezést”, míg a **diffúz terhelés** „azonos szennyezőanyag által okozott, nagy kiterjedésű szennyezést” jelent ¹². Míg a diffúz szennyezések fő forrásának az intenzív mezőgazdasági termelést nevezhetjük, addig a pontszerű szennyezések meghatározó hányadát a települési szennyvizek okozzák. Ezek ugyanis jellegükből adódóan időben hozzávetőlegesen állandó szennyezőanyag kibocsátást jelentenek mindaddig, míg a vízi infrastruktúra kiépítésével nem biztosított a települési szennyvíz olyan mértékű megtisztítása, amely a természetes befogadó (felszíni vízfolyás, talaj) öntisztuló képességére már nem jelent lebonthatatlan szennyezőanyag-terhelést. SOMLYÓDY L. (2008) szerint a Duna vízgyűjtő területén a szennyezések 70–80%-át diffúz források okozzák, miután a pontszerű szennyezések szabályozása terén nagy előrehaladás történt.

Sűrűn lakott területeken a pontszerű szennyezések hatókörének átfedése miatt a terhelés foltszerűvé válik, a szennyezőanyagok a mélyebb rétegekbe szivárgással ún. szennyvíz dombokat alakítanak ki, pl. a nagyobb települések alatt. Az évek során a

¹² <http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/karmkezikk4/4-1m.htm>

folyamatosan termelődő szennyezőanyagterhelés kumulálódik, így a felhasználásra alkalmatlanná vált felszín alatti vízbázisok rehabilitációja költséges és időigényes folyamat. Ennek időtartamára új vízbázis használata válhat szükségessé, ami a környezeti terhek mellett a vezetékes vízellátás költségnövekedését is eredményezi.

A nem pontszerű szennyezőanyag-terhelés terjedése sztochasztikus jellegű, folyamatát a helyi hidrológiai viszonyok határozzák meg. A felszín alatti vizekre veszélyes leggyakoribb szennyezőforrások a csatornázatlan települések, a túlzott mezőgazdasági vegyszerhasználat, az állattartó telepek és a nem megfelelő hulladék-elhelyezés. Kisebb mértékű, de szintén megemlíthető terhelést jelent a felszíni és felszín alatti bányászat, valamint a rétegvizek megcsapolására telepített, felhagyott vagy sérült szűrőzött kutak hatása, amelyek szintén levezethetik a felszíni szennyeződések a vízzáró rétegek alá.

Csökkenő mértékű, de még fennálló problémát jelent a csatornán elvezetett, de tisztítatlanul, illetve csak mechanikai tisztítást követően kibocsátott szennyvíz is.

2.6. A szakirodalmi áttekintés összegzése

A földrajztudományi szakirodalomban tekintélyes részarányt képviselnek a felszíni és felszín alatti vizekkel, vízgazdálkodással foglalkozó tanulmányok, cikkek. Ezt tükrözi a modern általános földrajztudomány alapl műve, P. HAGGETT Geográfia. Globális szintézis (2006) című munkája is, amelyet áttanulmányozva megállapíthatjuk, hogy hagyományos földrajzi diszciplínák között nincs olyan, amelyik ne érintené a vizek, vízkészletek témakörét.

A természet védelme és a technikai lehetőségek szempontjainak együttes figyelembevételével, a néhány 100 éves vezetékes vízellátás tapasztalatait felhasználva keresik elemzések a vízellátás új útjait, alkalmazkodva a megváltozott körülményekhez és igényekhez. Amely megoldás akár ötven éve is forradalmi előrelépést tett lehetővé, az mára átértékelésre szorul, a megváltozott népességszám, a városlakók arányának emelkedése, a komfortigények növekedése stb. miatt. A változás mozgatórugója ma még sok esetben a gazdasági értelmű fenntarthatóság, de a környezettudatos hozzáállás megköveteli a vízkészletek óvását mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt. Hazánk természet- és vízföldrajzi adottságaihoz illeszkedően a célzottan a vízre épülő helyi életmód számos gazdasági és környezeti előny forrása lehetne (GLATZ F. 2003). A vízellátási kérdések megoldásakor figyelembe kell venni az adott terület természeti, társadalmi, gazdasági viszonyait, a fejlődés korábbi lefolyását, mert ezek döntően meghatározzák a jelenlegi lehetőségeket, a rendszerek kiépítésén, fogyasztói szokásokon stb. keresztül.

A vízkészletek mennyiségi és minőségi megóvásához szükséges a vízfogyasztás mai mennyiségének mérséklése – nemcsak technikai eszközökkel, de a fogyasztók gondolkodásmódjának megváltoztatásával. Az ezt segítő ismeretekkel sok fórumon találkozhatunk, de a mai fogyasztás kialakulásával, térbeli és időbeli sajátosságainak számszerű elemzésével, mint a jövőbeni változások, változtatások alapjával a szakirodalomban nem sok példa lelhető fel. Ezt az „információhiányt” szeretném csökkenteni a dolgozatom elemzéseivel, következtetéseivel.

3. A vízhasználat és a gazdasági környezet egymásra hatása

A víz természeti kincs, a többi természeti erőforrással azonos hozzáállást igényel. Ennek felel meg a nemzetközi szabályozás módja is, amikor határokat, elérendő célokat tűz ki a gazdasági és lakossági vízfelhasználás keretei számára. A vízügyi célkitűzéseket, feladatokat az európai közösség szintjén a Víz Keretirányelv (2000/60/EK, a továbbiakban VKI) határozza meg. Megvalósítását nemzeti programtervek részletezik. A VKI általános célkitűzése: a felszíni és felszín alatti vizek jó állapotának elérése 2015-re (SALLAI F. 2009-A). Ez a rendelkezés a vízellátás és szennyvíz elvezetés területén is több teendő elvégzését teszi szükségessé. Így a vízellátásban a víz hatékonyabb felhasználása a feladat, a csatornázásban pedig olyan megoldások alkalmazása, amikor a szennyvíz a környezetre a lehető legkisebb szennyezőanyag terhelést jelenti. A környezetet kímélő szempontok fokozott figyelembevételéhez, érvényre juttatásához a VKI gazdasági eszközök bevetését is javasolja, pl. a költségmegtérülés elvén alapuló vízárpoltika kidolgozását. A költségmegtérülés elve alkalmazásának célja egyrészt ösztönzés a vízkészletek hatékony felhasználására, másrészt fedezet biztosítása a víz használatából adódó minden fenntartási, üzemeltetési, vízkészlet-védelmi költség számára (SALLAI F. 2009-B).

3.1. A gazdasági fejlettség hatása a vízellátó rendszerek fejlődésére

A szakirodalmi áttekintés alapján a vízi infrastruktúra, mint technikai innováció térbeli terjedésére sok tényező gyakorol hatást, gazdasági, természeti és társadalmi körülmények egyaránt. Közülük a gazdasági feltételek köréből az egy főre jutó bruttó hozzáadott érték, a GDP/fő mutató, mint a gazdasági fejlettség szintjét jól leképező paraméter hatását vizsgáltam meg. A vízi infrastruktúra fejlettségét követő paraméterek körébe beemeltem az általánosan használt közműolló fajtákat, és azok alkotóelemeit is, hogy a közműollók által eltakart, kifejezésre nem jutó sajátosságokat is feltárjam, illetve elemezzem a GDP rájuk gyakorolt hatását.

A vizsgált függő változók:

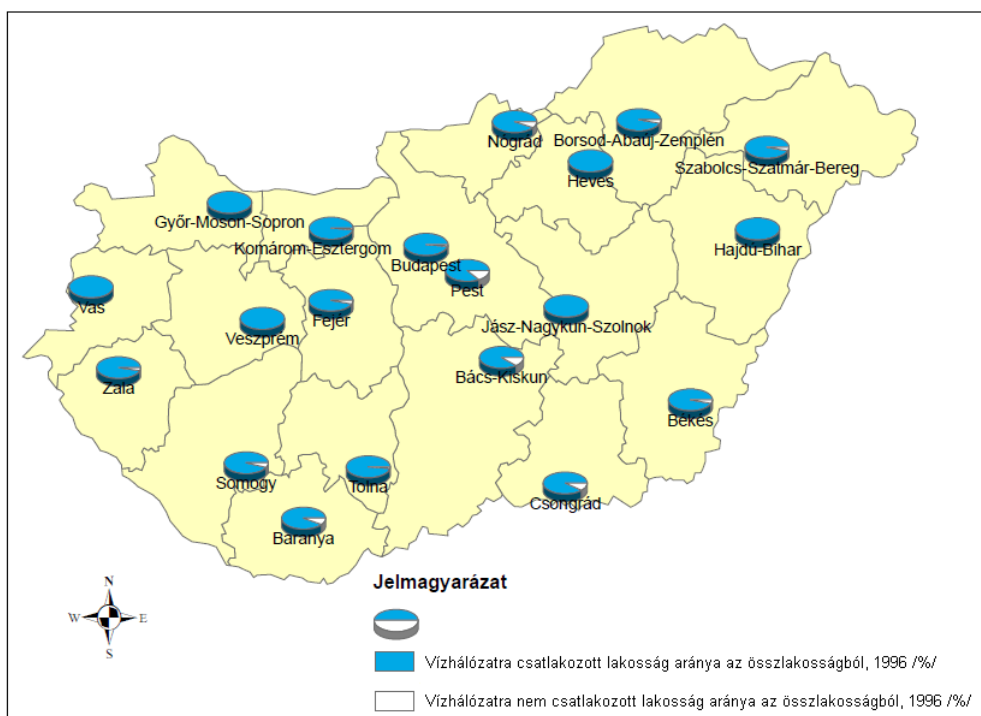
- vízhálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított aránya az egyes szolgáltatóknál;

- csatornahálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított aránya az egyes szolgáltatóknál;
- elsődleges közműolló értéke (1 kilométer ivóvíz vezeték hálózatra jutó szennyvízcsatorna hálózat méterben megadott hossza, a továbbiakban EKO) az egyes szolgáltatóknál;
- másodlagos közműolló értéke (a vezetékes ivóvíz ellátó hálózatba, illetve a szennyvízelvezető hálózatba bekapcsolt népesség arányának különbsége, a továbbiakban MKO) az egyes szolgáltatóknál.

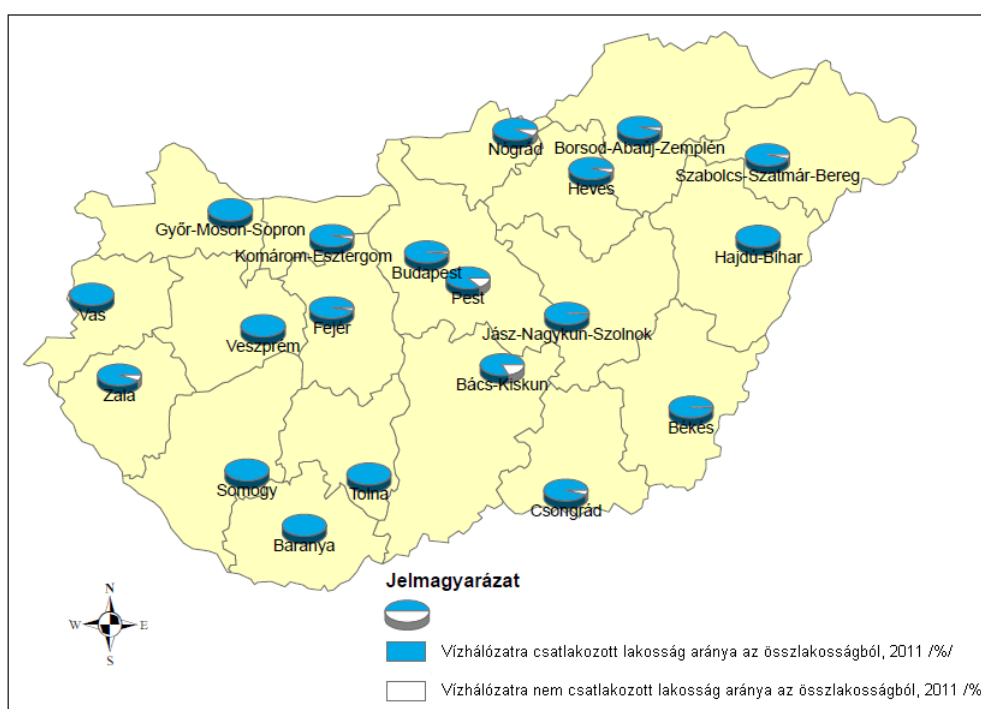
A négy vizsgált paraméter jellemző értékeit a megfigyelt időszak első és utolsó évében mutatják be a 3.1-1– 3.1-10. ábrák.

A vezetékes ivóvízzel ellátott területen élők aránya az összlakossághoz viszonyítva (ld. 3.1-1. és 3.1-2. ábrák) már a vizsgált időszak elején Pest és Bács-Kiskun megye kivételével meghaladta a 90%-ot, és négy megyében teljesnek volt mondható a vezetékes vízellátottság. Ezek közül Győr-Moson-Sopron, Vas és Veszprém megyék a Dunántúlon találhatók, a negyedik Heves megye.

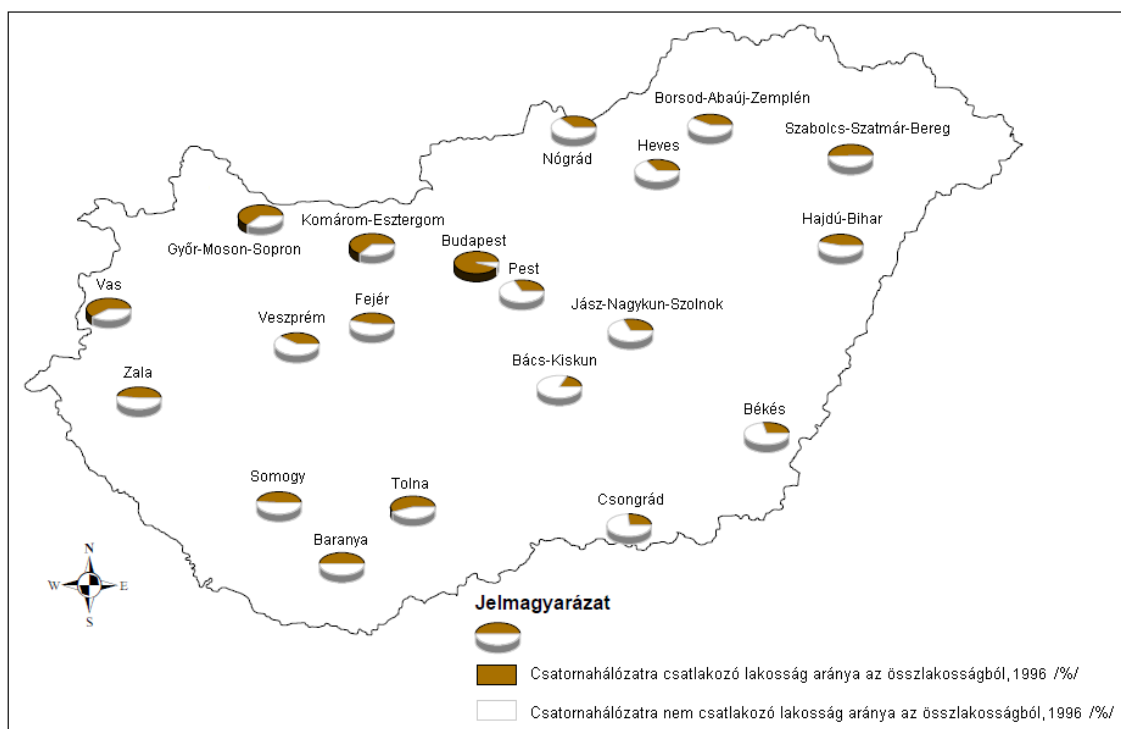
A szennyvíz-csatornázottság helyzete 1996-ban ennél jóval kedvezőtlenebb volt, mindössze öt megyében haladta meg az 50%-ot a csatornázott területen élők aránya, ezek egy kivétellel szintén a Dunántúlon találhatók: Komárom-Esztergom, Győr-Moson-Sopron, Vas és Tolna megyék, illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg megye (ld. 3.1-3. és 3.1-4. ábrák).



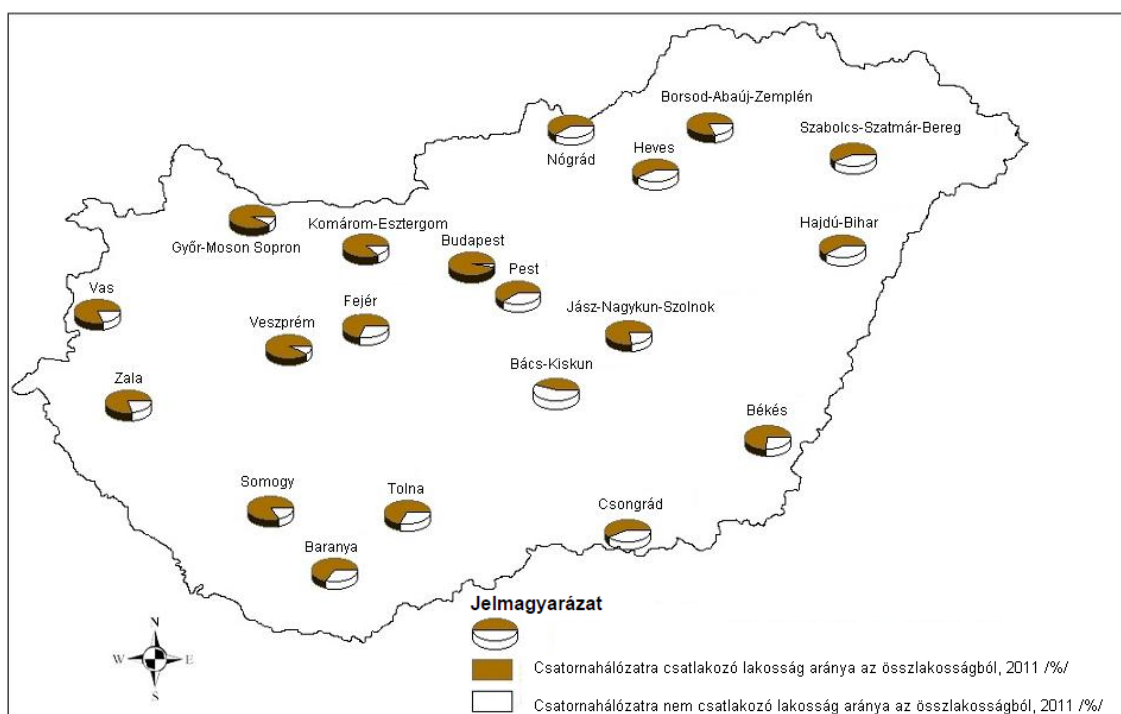
3.1-1. ábra: A vezetékes ivóvízhálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépességből megyénként 1996-ban
 Forrás: PAPP M. (1997) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.1-2. ábra: A vezetékes ivóvízhálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépességből megyénként 2011-ben
 Forrás: NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.1-3. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépességből megyénként 1996-ban
 Forrás: PAPP M. (1997) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.1-4. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépességből megyénként 2011-ben
 Forrás: NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

Az elsődleges közműollót megfigyelve elmondható, hogy 1996-ban 18 megyében a csatornahálózat hossza a vízvezeték-hálózat hosszának 1/3-át sem érte el. A két kivételt képező megye, Szabolcs-Szatmár-Bereg és Jász-Nagykun-Szolnok megyék viszont a kedvező, alacsony különbséget a víz- és a csatornahálózat hossza között azzal érték el, hogy vízhálózatuk hosszúsága országosan a legalacsonyabbak közé tartozott (ld. 3.1-5. és 3.1-6. ábrák, számértékek a 3. mellékletben). Ez a vízhálózathossz fajlagosan, 1000 főre vetítve is a legrövidebb (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye esetében, 2,6 km/1000 fő), illetve a harmadik legrövidebb (Jász-Nagykun-Szolnok megye esetében, 2,99 km/1000 fő) volt. A két megye tehát az EKO tekintetében a legkedvezőbb helyeket a vízi infrastruktúra mindkét ágának átlag alatti fejlettségével érte el (ld. 3.1-7. és 3.1-8. ábrák, számértékek a 4. mellékletben).

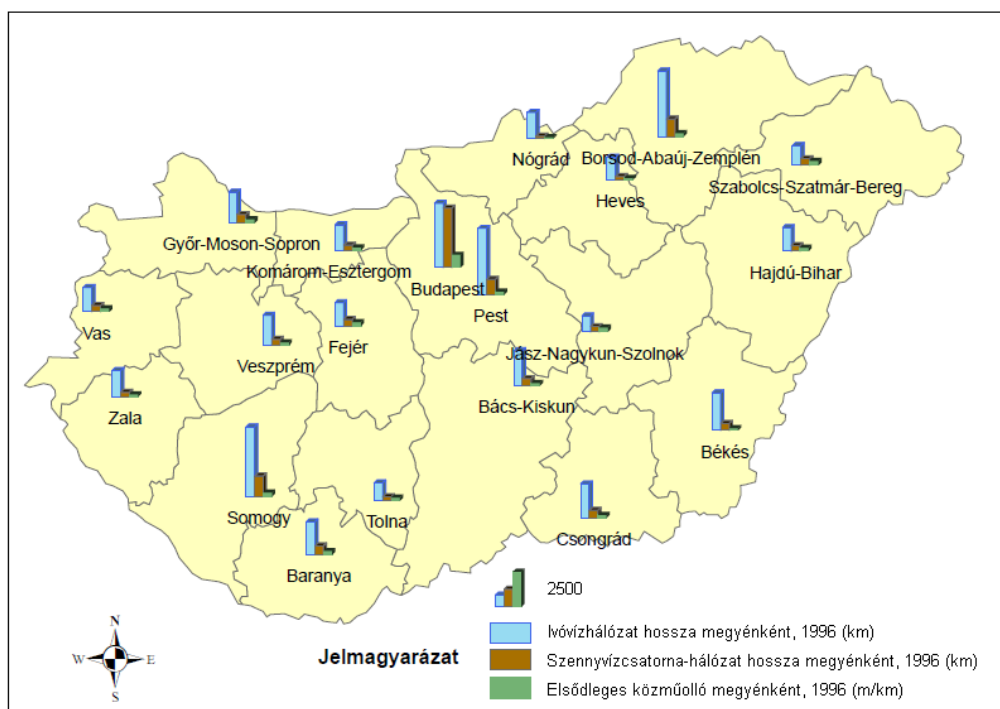
A 3.1-5 – 8. ábrák elsősorban a megyék egymáshoz viszonyított helyzetét és a közműfejlettség területi sajátosságait mutatják, a kartogramok alapját képező pontos számadatok táblázatosan a 3., 4. mellékletekben találhatók.

2011-re Jász-Nagykun-Szolnok megye Budapest után a legjobb EKO mutatóval rendelkezett, egyedüli nem dunántúli megyeként az első 5 helyezett közül.

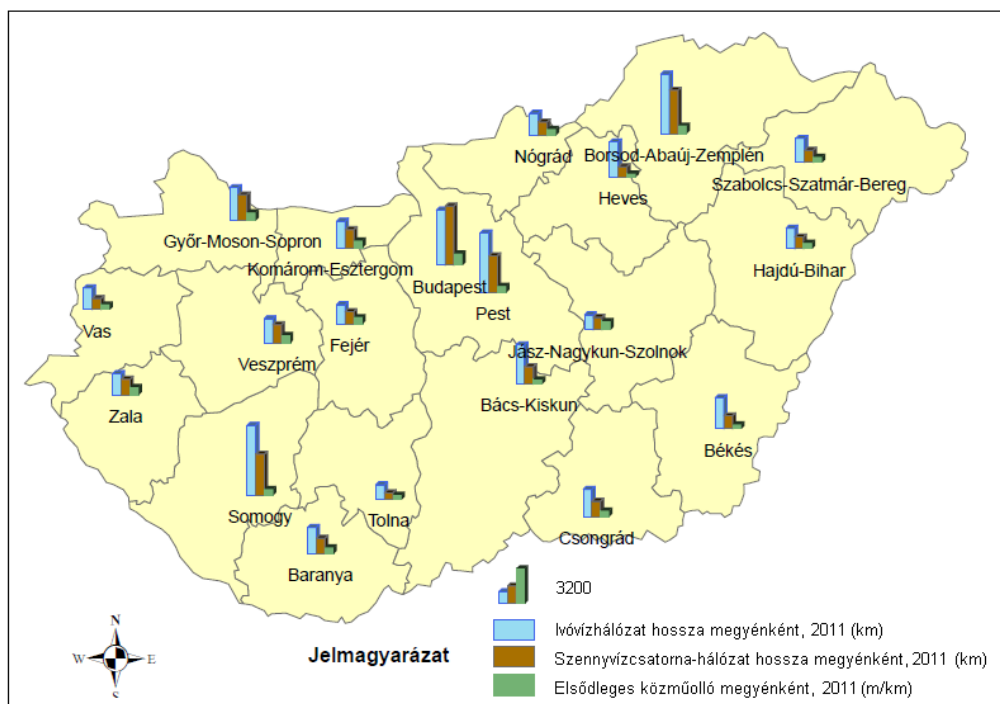
Az EKO szerinti sorrendben mind az induló, mind a záró évben észak-magyarországi, illetve dél-alföldi megyék találhatók az utolsó helyeken.

A másodlagos közműolló 1996. és 2011. évi állapota a víz- és csatornabekötéssel rendelkezők arányával együtt a 3.1-9. és 3.1-10. ábrákon látható.

Az adatok alapján megfigyelhető, hogy az elsődleges és a másodlagos közműolló alapján sorrendbe állított megyék helye a kétféle mutató szerint több megye esetében lényegesen eltér, a 20 helyezésen belül (19 megye és Budapest) akár 15 vagy 13 helyezésnyi különbség figyelhető meg a két lista szerint. Komárom-Esztergom megye például 1996-ban az EKO szerint a 15., a MKO szerint a 2. helyet foglalta el. Megvizsgálva a víz-, illetve csatornabekötéssel rendelkezők arányát és a csatornahálózat hosszát, fajlagosítva a megyében élők népességszámára az látható, hogy az 1000 főre jutó csatornahálózat hossza alacsony (országosan csökkenő sorrendben a 15.) és ezzel a csatornahálózat hosszal az ellátottak aránya viszonylag magas, 63,2%). Ezt a „vezeték-hossz-hatékonyság” megoldást a megye 2. legnagyobb népsűrűsége teszi lehetővé. Emellett természetesen több egyéb körülmény is befolyásolja a fejenként szükséges szennyvízvezeték-hosszúságot: domborzati viszonyok, szennyvíz tisztító telep elhelyezkedése, település beépítése stb.



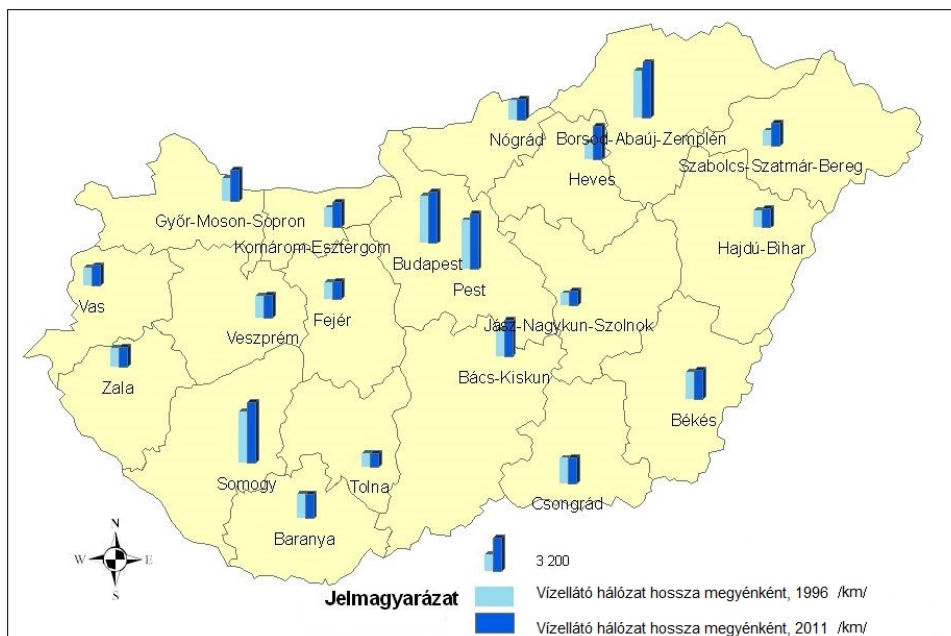
3.1-5. ábra: Az elsődleges közműoltó és alkotóelemei megyénként 1996-ban.
Forrás: PAPP M. (1997) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



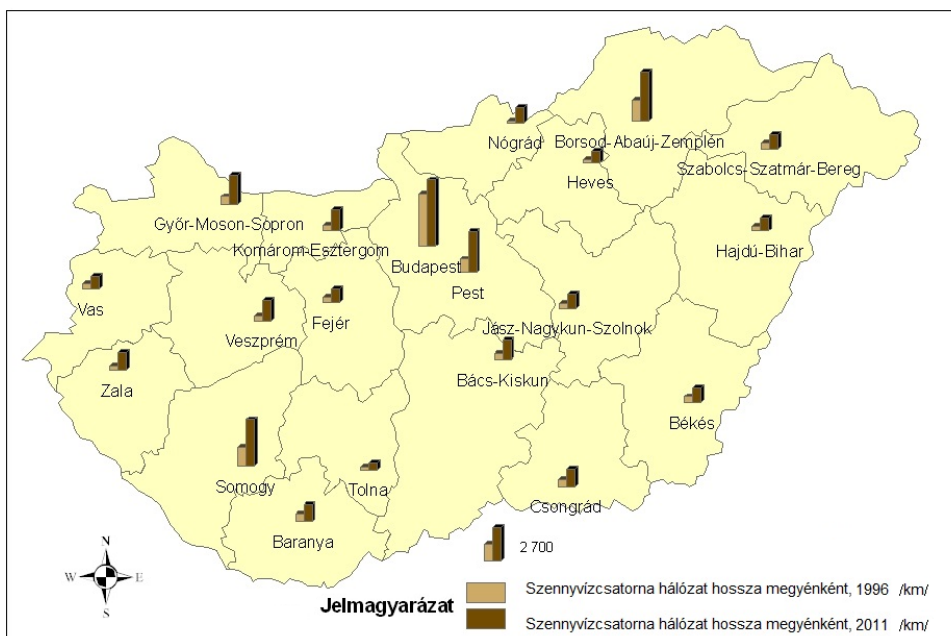
3.1-6. ábra: Az elsődleges közműoltó és alkotóelemei megyénként 2011-ben.
Forrás: NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A 3.1-5. és 3.1-6. ábrákon megjelenített oszlopdiagramok számadatait ld. 3. melléklet.

Áttekintettem a háttérét az ellenkező irányú eltérésnek is, amikor egy megye (Jász-Nagykun-Szolnok) az EKO szerint kedvező helyzetűnek (3.), a MKO szerint kevésbé fejlettnak (18. hely) mutatkozott. Ebben a megyében az 1000 főre jutó csatornahálózat hossza közel kétszerese az előzőnek (ld. 3.1-7. és 3.1-8. ábrák), országosan a 6. leghosszabb, és



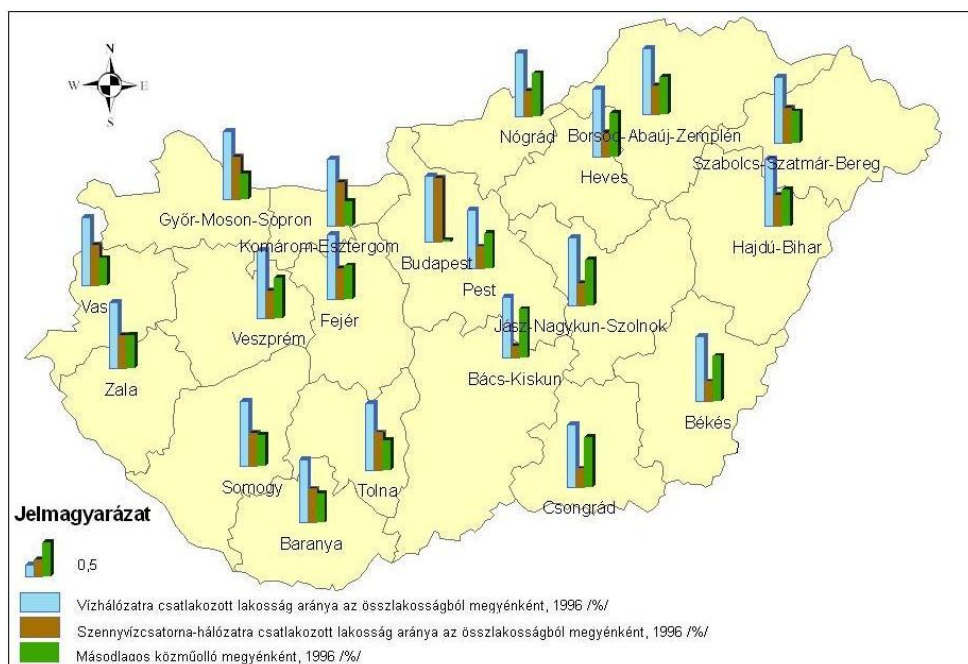
3.1-7. ábra: A vezetékes ivóvízhálózat hossza megyénként 1996-ban és 2011-ben.
Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



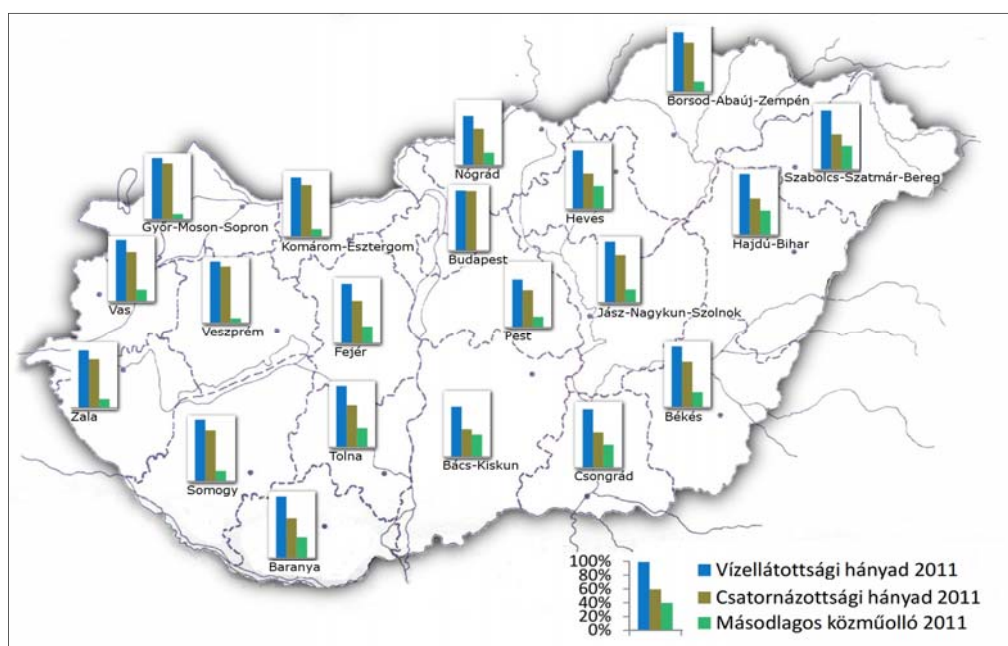
3.1-8. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózat hossza megyénként 1996-ban és 2011-ben.
Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

a csatornázott területen élők aránya alacsony, 32,2%. Itt tehát fajlagosan hosszabb vezetékhálózattal is csak alacsonyabb csatornázottsági arányt sikerült elérni. A népsűrűségi adattal összevetve megállapítható, hogy a megye a ritkábban lakott területek közé tartozik, országosan 15. Miután mindkét esetben a népsűrűség mutatkozott a kétféle mutató szerinti sorrendben az eltérés egyik okának, ellenőriztem a népsűrűség és a két lista szerinti sorrend közötti különbség korrelációját, de azok nem mutattak egymással összefüggést ($R^2 = 0,034$). Több megye esetét elemezve követő tendencia felfedezhető a két mutató között, de hatásuk egymásra a többi tényező mellett nem döntő jelentőségű.

A GDP/fő mutató hatását a bemutatott paraméterekre korrelációelemzéssel vizsgáltam meg. A legkisebb területi egység, amelyre vonatkozóan a GDP/fő adatok rendelkezésre állnak évenként, az a megye, így a vizsgálatot megyei bontásban végeztem el, a szolgáltatókat a székhelyük szerinti megyékbe besorolva. Néhány szolgáltató esetében az ellátási terület átnyúlik a másik megyébe is, de mivel ez a kistelepülésekre jellemző, megítélésem szerint ez az eredmények szempontjából nem diszkrépáns. A vizsgált időszak alatt változott a GDP/fő mutató számításának módszere, 1996 és 2003 között a TEÁOR '03, 2008 és 2010 között a TEÁOR'08 értékét használtam. A megyék vizsgált időszak alatti átlagos GDP/fő összehasonlítását a 3.1-11. ábra mutatja.

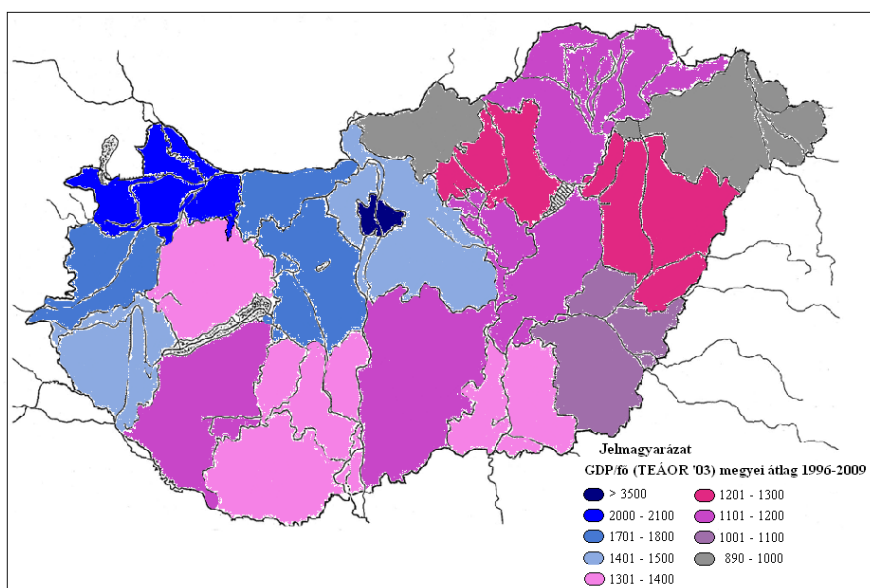


3.1-9. ábra: A másodlagos közműoltó és alkotóelemei megyénként 1996-ban.
 Forrás: PAPP M. (1997) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.1-10. ábra: A másodlagos közműoltó és alkotóelemei megyénként 2011-ben.
 Forrás: NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A 3.1-9. és 3.1-10. ábrákon megjelenített oszlopdiagramok számadatait ld. 5. melléklet.



3.1-11. ábra: GDP/fő megyénkénti bontásban (TEÁOR '03) (1000 Ft), 1996–2009 közötti átlagérték.

Forrás: KSH adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A korrelációs számítás eredményét a 3.1-1. táblázat és az 1. melléklet mutatja. Az összesítő táblázat a GDP és a négy vizsgált paraméter korrelációs számításának eredményeit foglalja össze, a GDP korrelációját az egyes változókkal egyenként elemzem.

A **vízellátó hálózat fejlődésére** (a vízhálózatba bekapcsolt lakosok egyes szolgáltatóknál mért arányára az összlakossághoz viszonyítva) a **GDP nem hatott szignifikánsan** a megfigyelt időszak egyik évében sem. Ez több körülménnyel is magyarázható:

- a vízellátó hálózat fejlesztése, a vízellátás biztosítása a teljes népesség számára az önkormányzatok törvény által előírt feladata volt gazdasági adottságoktól függetlenül;
- vízellátó rendszer kiépítettsége már a vizsgált időszak első évében fejlettnak mondható, a megelőző évtizedekéhez hasonló nagy volumenű fejlesztésekre már nem volt szükség.

Elemmezve a **csatornahálózat fejlődésének** (ti. az egyes szolgáltatóknál a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított arányának) összefüggését a **GDP/fő** értékével megállapítható, hogy a két változó között **szignifikáns, közepesen gyenge, pozitív kapcsolat** van a 2004. és a 2011. évek kivételével az összes vizsgált évben.

Az **elsődleges közműellátó** és a **GDP/fő** kapcsolata az előző vizsgált esethez hasonlóan alakult, 5 év, az 1996, 1997, 2002, 2004, 2005 és 2011 évek kivételével állapítható meg a **szignifikáns, közepesen gyenge pozitív kapcsolat**. Ez az eredmény – az előző és a jelen bekezdésben elemzett korrelációk párhuzama – statisztikailag is alátámasztja a szakirodalmi elemzésben

feltételezett körülményt, miszerint az elsődleges közműolló nagyságát, változását a csatornázottság szintje, fejlődése határozza meg.

A **másodlagos közműolló** és a **GDP/fő** között a vizsgált 15 év közül 3 évben állapítható meg **szignifikáns, közepesen gyenge negatív kapcsolat**: 2003-ban, 2005-ben és 2006-ban.

Definíciójukból adódóan az elsődleges közműolló esetében a magas, 1000 m/km határt közelítő érték a kedvező, a másodlagos közműollónál viszont az alacsony, 0% különbséghez közel eső érték az ideális. A negatív értelmű korreláció ezek alapján racionális.

A gyengén korreláló kapcsolatok háttérének elemzése mindig összetettebb az erős összefüggést mutató paraméterekénél. A most vizsgált esetben a korrelációt mutató 2000. utáni évek magyarázata az EU előcsatlakozási alapjainak hatása lehet.

A 3.1-1. táblázatban áthúzott számokkal feltüntettem azokat az adatokat is, amelyek a szigorú 95%-os valószínűségi kritériumnak ugyan nem felelnek meg, de annak közelében találhatók.

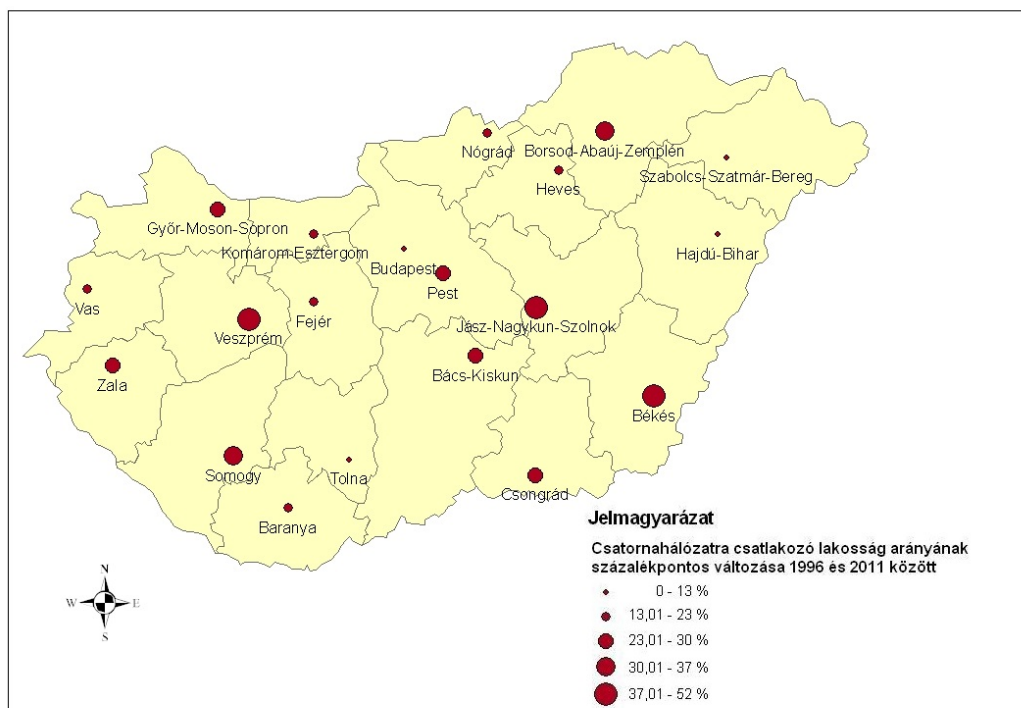
A vizsgált mutatók változásának területi vonatkozásait a 3.1-12. – 15. ábrákon szemléltetem.

Megfigyelhető, hogy a csatornahálózat hosszának változása nem minden esetben vont maga után a csatornaszolgáltatással rendelkező lakosság arányának párhuzamos, hasonló mértékű emelkedését. Ennek magyarázata az a gyakorlati körülmény lehet, hogy a csatornázás kiépítésére mindig azokon a területeken kerül sor utoljára, ahol az építés fajlagosan a legnagyobb beruházást igényli, például a külterületeken, ritkábban lakott településrészekben. Így egy hosszabb vezetékszakas kiépítése nem a megelőző beruházásokéval arányos ellátott lakosság-növekedést hozott.

3.1-1. táblázat: A GDP és a vízi infrastruktúra közötti összefüggések 1996–2010 között.

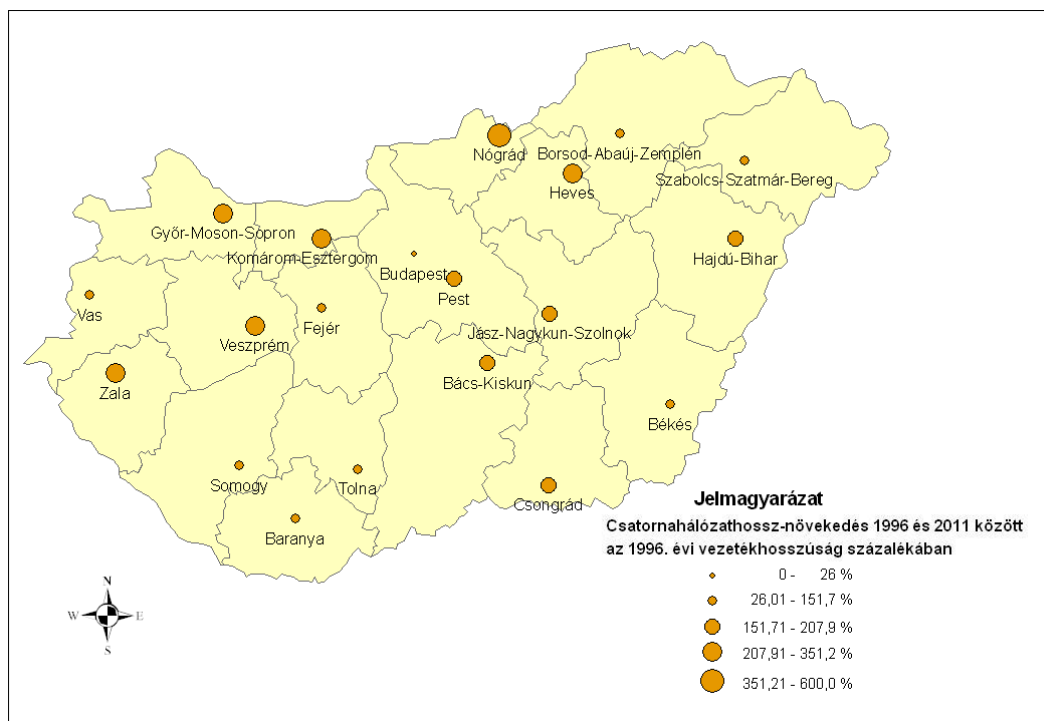
Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján SPSS 20.0 eredményekből szerk. Eördöghné M. M. 2012

év/változó	csatornahálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított aránya		elsődleges közműháló (1 km ivóvíz vezeték hálózatra jutó szennyvízcsatorna hálózat méterben megadott hossza)		másodlagos közműháló (a vezetékes ivóvíz ellátó hálózatba, illetve a szennyvíz elvezető hálózatba bekapcsolt népesség arányának különbsége)	
	Pearson- korrelációs együttható	Szignifikancia- szint	Pearson- korrelációs együttható	Szignifikancia- szint	Pearson- korrelációs együttható	Szignifikancia- szint
1996	0,280	0,210				
1997	0,261	0,022	0,217	0,064		
1998	0,284	0,013	0,289	0,012		
1999	0,276	0,010	0,292	0,007	-0,213	0,056
2000	0,262	0,017	0,266	0,018	-0,196	0,087
2001	0,262	0,013	0,227	0,039	-0,193	0,081
2002	0,263	0,011			-0,187	0,083
2003	0,257	0,013	0,211	0,046	-0,215	0,042
2004						
2005	0,293	0,004			-0,285	0,006
2006	0,261	0,011	0,245	0,021	-0,211	0,047
2007	0,262	0,014	0,304	0,006	-0,207	0,064
2008	0,252	0,020	0,291	0,009	-0,206	0,068
2009	0,227	0,044	0,249	0,036		
2010	0,266	0,018	0,243	0,040	-0,226	0,056
2011	0,218	0,072			0,238	0,056



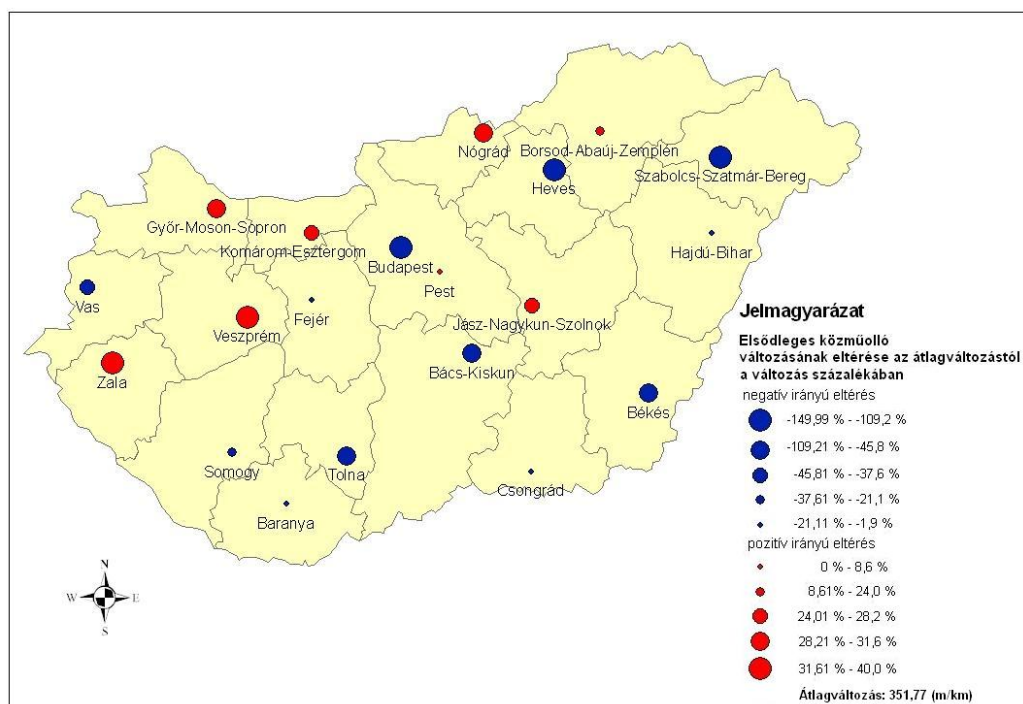
3.1-12. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózatra csatlakozó lakosság arányának változása megyénként 1996 és 2011 között.

Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



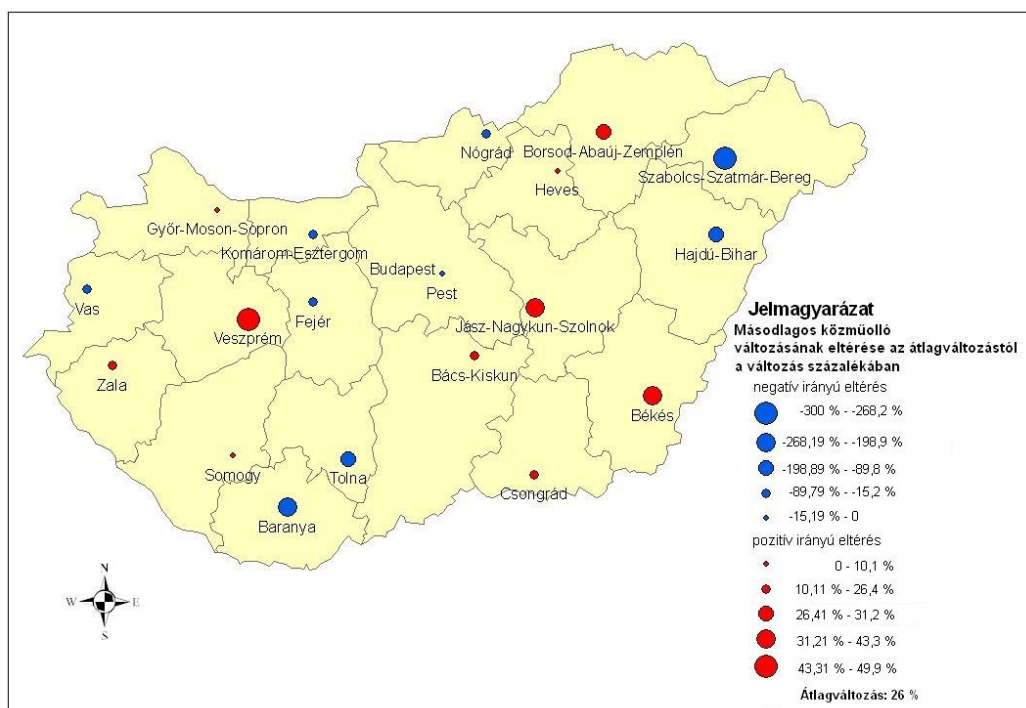
3.1-13. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózat hosszának változása megyénként 1996 és 2011 között.

Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.1-14. ábra: Az elsődleges közműűelő 1996–2011 közötti változásának eltérése az átlagváltozástól a változás százalékában megyénként.

Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.1-15. ábra: A másodlagos közműűelő 1996–2011 közötti változásának eltérése az átlagváltozástól a változás százalékában megyénként.

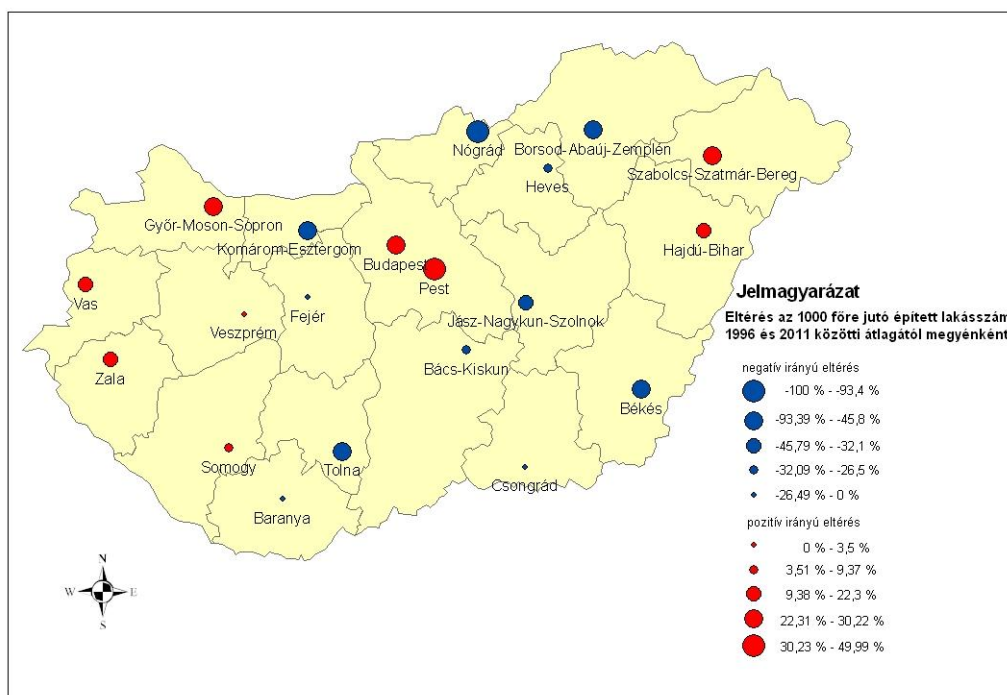
Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A 3.1-14. és 3.1-15. ábrák **újszerű ábrázolási módon** mutatják be az elsődleges és a másodlagos közműolló változását, **az átlagváltozástól pozitív, illetve negatív irányban eltérő változás-mértéket feltüntetve**. Ezzel a megyék fejlődésének egymáshoz viszonyított mértékét emeltem ki a rajzi megjelenítés módjával is. A változás a vizsgált időszak alatt kedvező irányba történt mind az elsődleges, mind a másodlagos közműolló esetében minden megyében. Így ez a változás minél inkább tért el pozitív értelemben az átlagtól, annál nagyobb javulást eredményezett, és fordítva, minél inkább negatív irányban az átlagtól tért el, annál kisebb volt a hozadéka. Az ábrák tanúsága szerint az elsődleges közműolló esetében a legkedvezőbb változások a dunántúli megyékben zajlottak le. A másodlagos közműolló esetében ilyen tendenciát nem sikerült kimutatni.

Összességében a GDP és vízi infrastruktúra fejlődését leíró négy vizsgált paraméter közül hárommal szignifikáns, közepesen gyenge, egyenes arányú kapcsolat állapítható meg (a korrelációs számítás értékelésében szokatlan megfogalmazást a vizsgált változók optimális értékének ellentétes trendje miatt alkalmaztam).

3.2. A vízellátó rendszerek fejlettségének hatása a „gazdaságra” – egy behatárolt nézőpontból

Az előző pontban vizsgált hatással ellentétes értelmű, a vízi infrastruktúra felől a gazdaság vagy annak valamely eleme felé irányuló hatást is megvizsgáltam. Feltettem a kérdést, hogyan hat a vízi infrastruktúra fejlődése az elvándorlással negatívan érintett térségek, megyék, „a gyengébb problémamegoldó képességű zónák” fejlődésére, népesség-megtartására. Baranya megyére vonatkozó kutatási eredmény szerint a munkanélkülivé vált fiatalok a városokból falura költözve a közlekedés-földrajzi helyzet mellett leginkább a települések infrastrukturális állapota alapján döntenek egyik vagy másik község mellett (BANK K. 2006). A gazdaság fejlődése oldaláról az évente épített lakások számának és az 1000 lakosra jutó vándorlási különbözetnek a megyei értékére gyakorolt hatását tártam fel. A 3.2-1. ábrán a vízi infrastruktúra fejlettségi szintjét ismét a 3.1. pontban elemzett mutatókkal követtem.



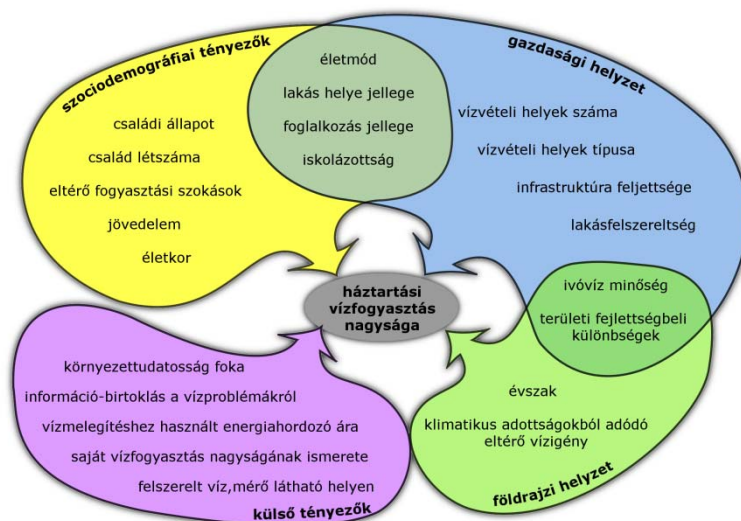
3.2-1. ábra: Épített lakások számának eltérése az országos átlagtól megyénként 1996–2011 között.
 Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A számítások alapján a vízi infrastruktúrát jellemző paraméterek és a kiválasztott gazdasági mutatók között nem áll fenn korreláció. Ez úgy is értékelhető, hogy a vízi infrastruktúra fejlődése önmagában nem elegendő az épített lakásszám emelkedéséhez, az elvándorlás mértékének befolyásolásához. BELUSZKY P. falutípusok elemzése kapcsán tett megállapítása tehát ilyen módon is igazolódott: véleménye szerint a teljes foglalkoztatottság időszakában, az 1970-es, 1980-as években az alapfokú intézményekkel (köztük az infrastruktúrával) való ellátottság határozta meg a falvak fejlődési lehetőségeit. A rendszerváltozás után viszont a vidéki, beszűkült munkavállalási lehetőségek mellett az alapellátás szintje automatikusan hátrább sorolódott a fontossági sorrendben a lakóhely megválasztásnál (BELUSZKY P. – SIKOS T. T. 2011).

3.3. A vezetékes vízfogyasztás nagyságára ható tényezők

Az ökológiai fenntarthatóságra törekvő vízellátás **alapkövetelménye a vízfelhasználás mai szintjének csökkentése**, a kitermelt vízmennyiség mérséklése. (Amennyiben a két előbbi feltételnek egyszerre szeretnénk megfelelni, úgy az alternatív vízbeszerzési módok közül a mai technológiai lehetőségek mellett csak a szürkevíz-hasznosítás módozatai jöhetnek szóba. A saját kútvíz használata, vagy a terjedőben levő esővíz-hasznosítás során a környezetből kiemelt víz mennyisége nem csökken, csak a hidrológiai körfolyamat másik pontját csapoljuk meg.)

A vízfogyasztás nagyságát sok tényező befolyásolhatja (ld. 3.3-1. ábra):



3.3-1. ábra: A vízfogyasztásra ható tényezők.

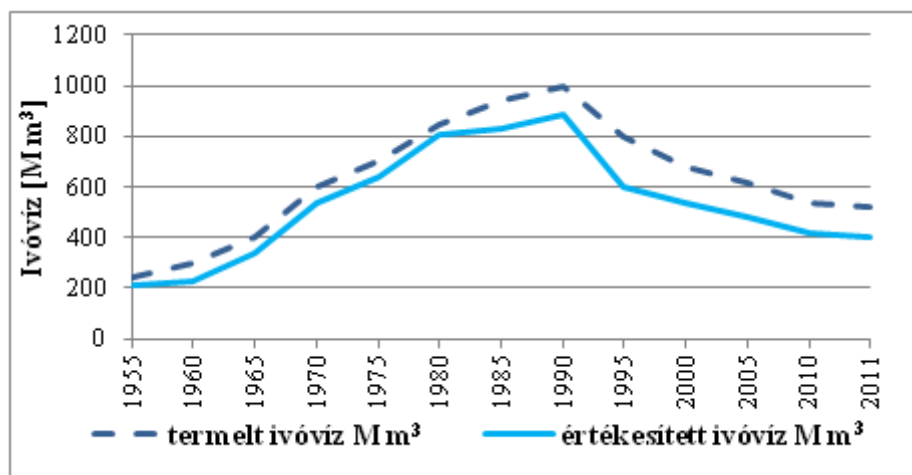
Forrás: szerk. Eördöghné M. M. 2013

A vízfogyasztási szokásokat a földrajzi és a gazdasági helyzet részben meghatározza, de tudatos vízhasználat mellett jelentős vízmegtakarítás érhető el kedvezőtlen földrajzi vagy gazdasági helyzet mellett is. A gazdasági helyzet az életszínvonalból adódó igények és lehetőségek révén, illetve a vízhasználati szerelvények mennyiségén, milyenségén keresztül befolyásolja a vízfogyasztás nagyságát. Gazdasági-financiális eszközöket igényel maga a vízfogyasztás-csökkentés is: egyrészt a vízdíj nagysága lehet a visszafogottabb vízfogyasztás ösztönzője, másrészt a sok esetben új beruházást igénylő víztakarékos szerelvények használata segítheti a felhasznált víz mennyiségének csökkenését (KOZIOL, M. – VEITH, A. – WALTHER, J. 2006). Ahhoz, hogy a ma elvárt komfortszint fenntartása mellett takarékosan tudjunk bánni a vízzel, a természetbarát hozzáállás mellett pénzeszközökre is szükség van.

A fogyasztói szokásokkal foglalkozó marketing szemléletű kutatások eredményei alkalmazhatók a vízfelhasználásra is, az ún. „életív marketing” megjelenik a korosztályosan eltérő mennyiségű víz fogyasztásában (TÖRÖCSIK M. 2006).

A kommunális vízellátásban az egységnyi vízfelhasználás mérőszáma az ún. **vízfogyasztási fejadag, liter/fő, nap** mértékegységgel. Ez a mérőszám egyaránt szolgál tervezési alapadatként vízellátó rendszerek előzetes méretezésénél, és a fogyasztás nagyságának összehasonlítására is alkalmas. A vízszolgáltatók értékesített vízmennyiség adatából számított fejadag a háztartások vízfelhasználásán kívül általában tartalmaz kisebb mennyiségű, nem termelési célra igénybe vett kommunális vízfelhasználást is (pl. egyes közösségi létesítmények vízfelhasználása). Ennek mértéke változó lehet, becsült maximális aránya 8–12%, mivel azonban erre vonatkozóan pontosabb adatok nem állnak rendelkezésre, ezért ezt nem kezeltem külön.

1990 óta a vízfogyasztás Magyarországon átlagosan 54%-kal csökkent. Ennek oka egyrészt a rendszerváltozást kísérő gazdasági szerkezetátalakulás, másrészt az új vízdíjrendszer, amely szerint a vízdíj mértékében 1990 után már érvényesültek a piaci árviszonyok, pl. a lakossági vízdíjak állami támogatása radikálisan csökkent. Az 1990-től kezdődő vízfogyasztás-csökkenés mind a lakosság, mind a termelőszektor körében jellemző volt. Mára a vízfelhasználás csökkenésének éves mértéke nem meghatározó, a vízfogyasztás közelítőleg stabilizálódott (3.3-2. ábra).

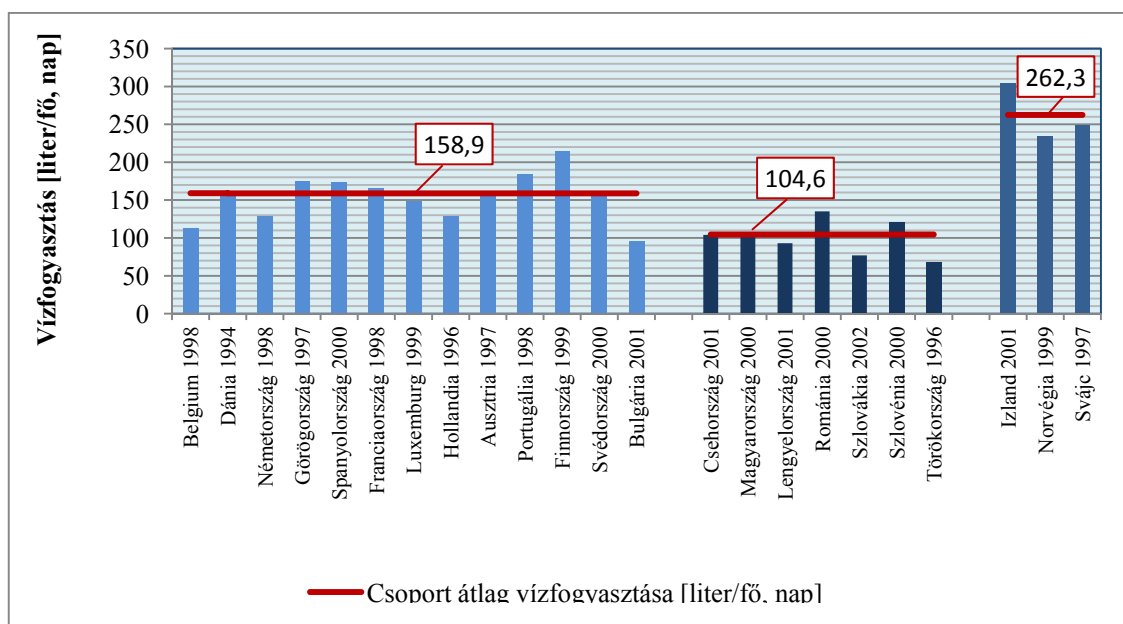


3.3-2. ábra: Az ivóvíz-szolgáltatás mennyiségi változása 1955–2011 között.
PAPP M. (2007) és MAVÍZ évkönyvi adatok alapján szerkesztette Eördöghné M. M. 2012

A 3.3-2. ábra szemléletesen megjeleníti a rendszerváltást követő zuhanásszerű vízfogyasztás-visszaesést, illetve azt is, hogy az elemzésben vizsgált időszakban a csökkenés üteme már jelentősen mérséklődött.

Megfigyelhető továbbá a két görbe közötti különbség, az ún. **hálózati vízvesztesség** változása. Ez a veszteség az 1980-as évek elejétől növekedett meg, amire magyarázatot jelenthet az a tény, hogy a vezetékhálózat számottevő része az 1950-es években került kiépítésre, és a csővezetékek meghibásodási aránya a Herz eloszlás alapján 30 év után kezd rohamosan nőni (PAPP M. 2007).

A következő számítások, a magyarországi vízfogyasztási fejadagok értékeléséhez, összehasonlításához nyújt segítséget a 3.3-3. ábra európai országok vízfogyasztási adatairól az ezredfordulóhoz közeli évekből (EÖRDÖGHNÉ M. M. 2012-B).



3.3-3. ábra: Európai országok háztartási vízfogyasztása.
 Forrás: Eurostat¹³ és WIELAND 2003 adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

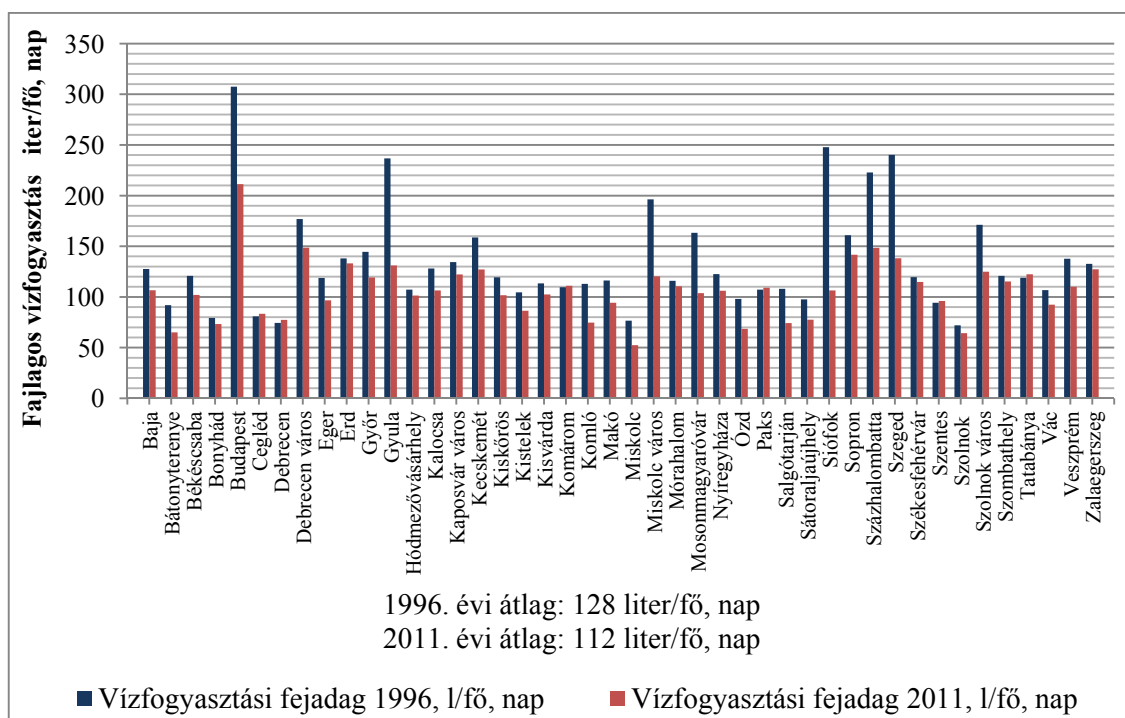
A háromféle szín az adatszolgáltató országok Európán, illetve az Európai Unión belüli státuszát (tag, tagjelölt, EU-n kívüli ország) jelöli az elemzés készítésének idején, 2003-ban. Jól elkülönül a volt szocialista országok alacsonyabb fogyasztása a gazdaságilag fejlettebb EU-15 tagállamokétól, illetve a vízben leggazdagabb Svájc, Izland és Norvégia magasabb vízfogyasztásától. Magyarország vízfogyasztása a volt szocialista országok átlagának felel meg. A három csoport vízfogyasztásának átlaga: 158,9, 104,6 és 262,3 liter/fő, nap, a középső érték az 1. és a 3. csoportétól 51,9%-kal, illetve 250%-kal tér el.

A 3.3-4. ábra az egyes szolgáltatók területén jellemző átlagos ivóvíz-fogyasztási fejadag értékét mutatja 1996-ban és 2011-ben, a szolgáltató székhelye szerinti település nevével jelölve. A

¹³ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Water_statistics#Database,

diagram adatait összevetve az európai uniós ajánlások szerint biztosítandó vízmennyiség-minimummal (70 l/fő, nap) megállapítható, hogy ez az érték egybevág a vízdíjtól független vízfogyasztás-résszel is, a vizsgált szolgáltatók 95%-ánál tapasztalható minimum ilyen mértékű vízfogyasztás.

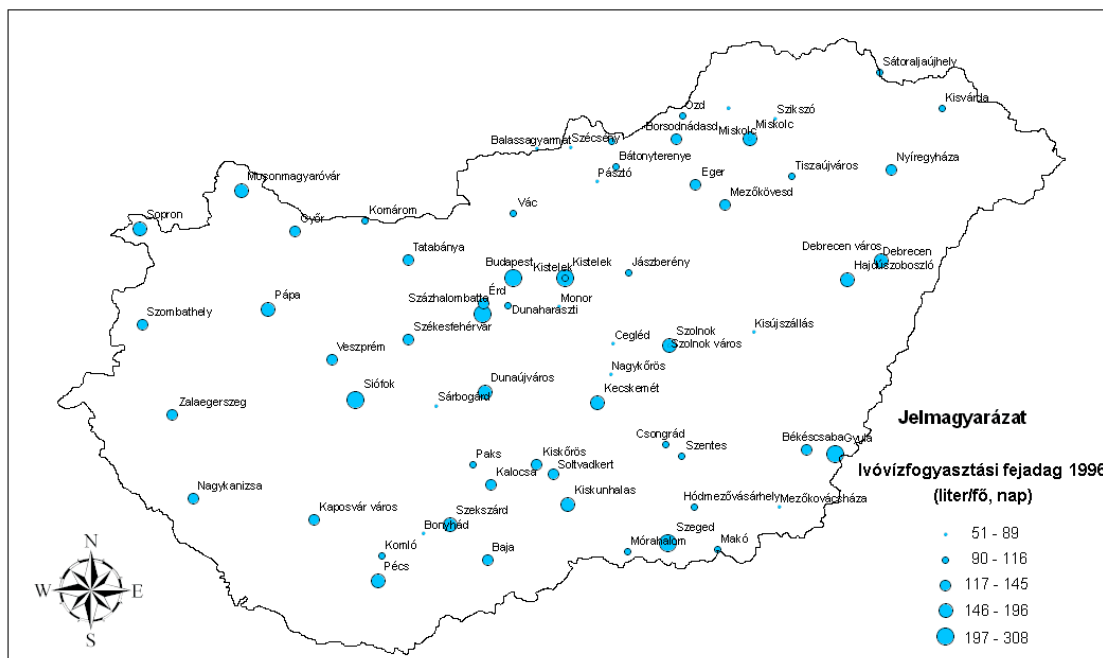
Itt érdemes megjegyezni, hogy ennek a 70 l/fő, nap értéknek csak a töredéke (kb. 3–5 l/fő, nap) az, amelyet ténylegesen ivóvíz-minőségüként igénylünk, a fennmaradó – túlnyomó – rész kevésbé szigorú minőségi követelményeknek megfelelő vízzel is kielégíthető lenne.



3.3-4. ábra: A vízfogyasztási fejadag szolgáltatóként 1996-ban és 2011-ben.
Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

Az ivóvízfogyasztás területi megoszlását vizsgálva megállapítható, hogy a jellemzően kisebb településekből álló ellátási területtel rendelkező vízszolgáltatóknál (pl. Komló, amely 260 baranyai kistelepülés vízellátását biztosította 1996-ban, Debrecen 61, Miskolc 111, Bonyhád 92, Vác 117 település vízellátója volt) a fejenkénti vízfogyasztás értéke alacsonyabb, míg a városi vízellátó üzemek (Budapest, Szeged, Gyula stb.) esetében magasabb. Jól érzékelteti ezt a településmérethez köthető eltérő fogyasztás-nagyságot a 3.3-5. ábra azon településeknél, ahol ugyanaz a székhelye az adott várost és a környező falvakat ellátó vízműnek, de a szolgáltatást két külön szervezet végzi (pl. Debrecen, Miskolc, Szolnok). Az ábra igazolja a Balaton-környék magasabb vízfogyasztását is Siófok központtal, amelyet főleg a nyári

turisztikai szezon megemelkedő fajlagos vízfogyasztási értéke okoz (EÖRDÖGHNÉ M. M. 2010-B).



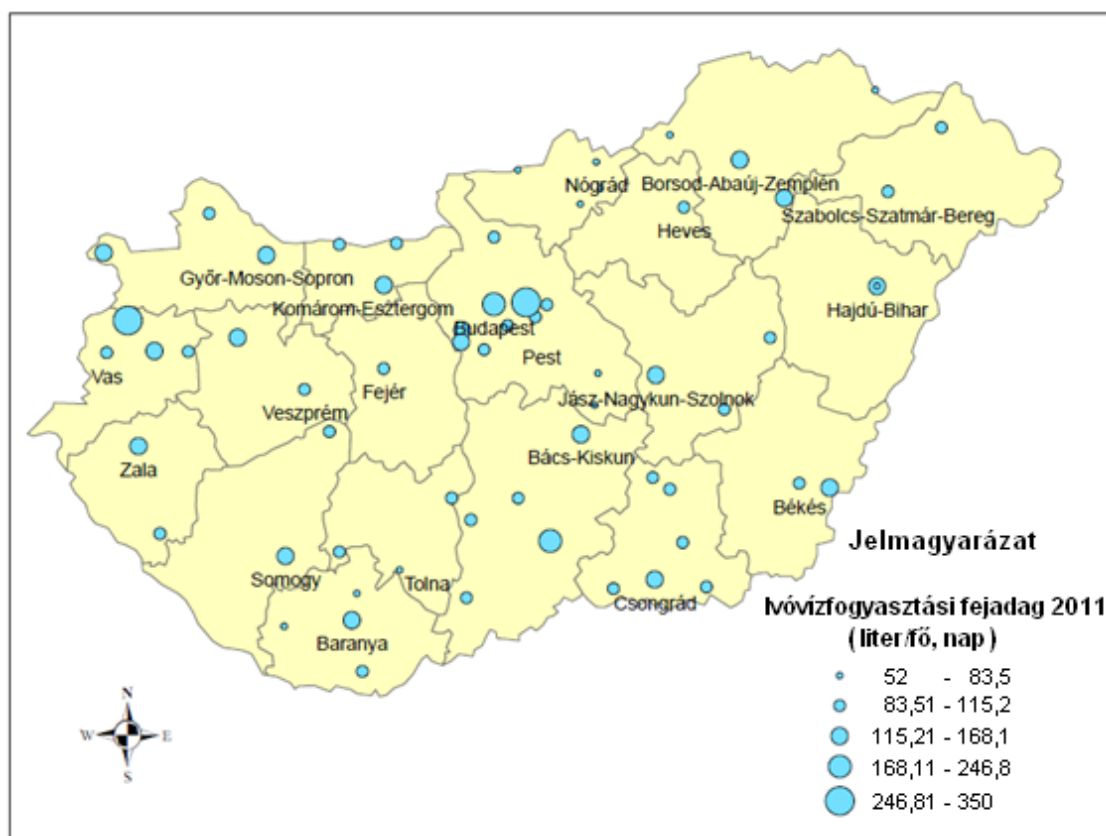
3.3-5. ábra: Az ivóvíz-fogyasztási fejadagok (liter/fő, nap) területi megoszlása (szolgáltatóként) 1996-ban.
 Forrás: PAPP M. (1997) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2010

A vízszolgáltatók széles tartományban elhelyezkedő értékesítési volumene miatt csoportokat alakítottam ki a vízfogyasztási fejadag eltérő sajátosságainak vizsgálatára. Az eredményeket a 3.3 - 1. táblázat szemlélteti. A csoportbesorolás határa az évi 10 millió köbméter értékesített víz volt. A nagyobb szolgáltatók kategóriájába zömmel olyan vállalatok kerültek, amelyek a megyeszékhelyeket és néhány környező települést látnak el vízzel. Budapest vezetőes vízfelhasználása egy nagyságrenddel meghaladja a legnagyobb víziközmű vállalatét is, ezért külön csoportot alkotott. Megállapítható, hogy a vízfogyasztás a vizsgált időszak első és utolsó évében is a legkisebb méretű szolgáltatóknál volt a legalacsonyabb, 18,9, illetve 3,5%-kal alacsonyabb, mint a nagyobb szolgáltatók, és 61, illetve 47,8%-kal alacsonyabb, mint Budapest esetében. A vizsgált időszak alatt tehát **a különbség a vízfogyasztási fejadagban** a szolgáltatói csoportok között **mérséklődött**. A változások jellegéről elmondható az is, hogy **a vízfogyasztás-csökkenés átlagértéke annál nagyobb volt, minél magasabb volt az induló évi fejadag értéke**.

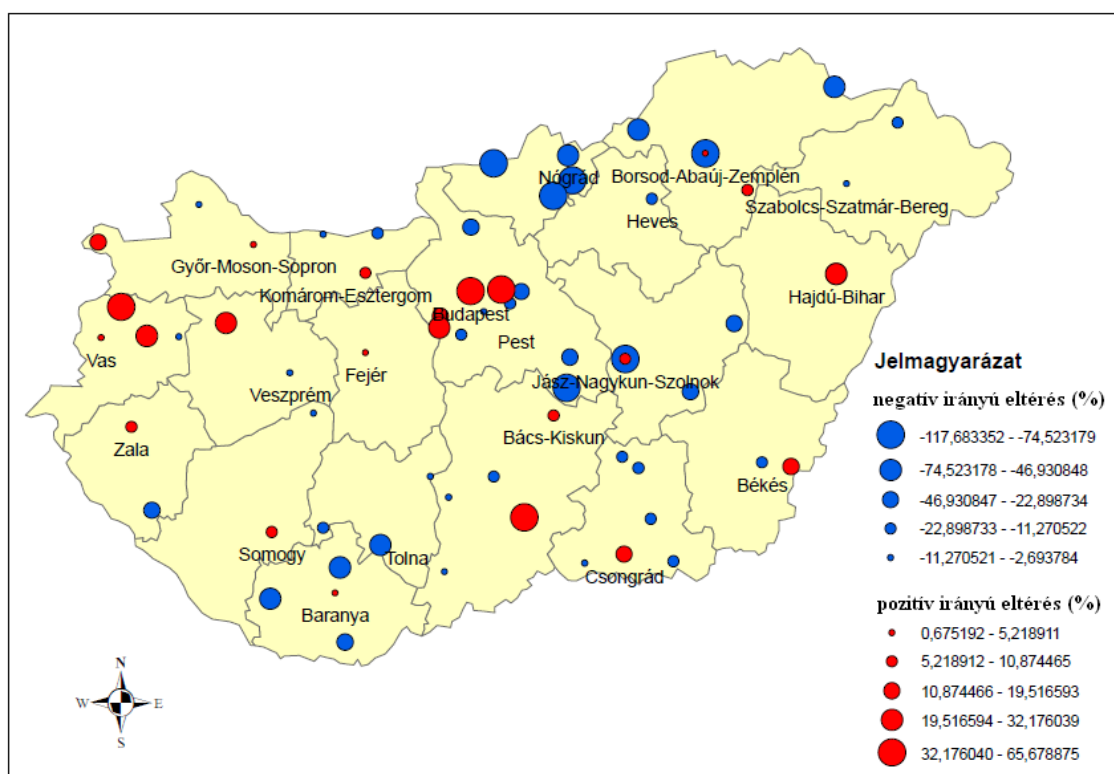
3.3-1. táblázat: A vízfogyasztási fejadag változásának különbségei az értékesített víz mennyisége szerint csoportosított szolgáltatóknál 1996-ban és 2011-ben.
Forrás: PAPP M. (1997) és NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

	<i>Vízfogyasztási fejadag 1996</i>	<i>Vízfogyasztási fejadag 2011</i>	<i>Vízfogyasztási fejadag változása 1996 és 2011 között</i>
Szolgáltatók 10 M m ³ /a értékesített víz alatt	120	110	-8,3%
Szolgáltatók 10 M m ³ /a értékesített víz felett	148	114	-23,0%
Budapest	308	211	-31,5%
Az összes vizsgált szolgáltató együtt	128	112	-12,5%

A vízfogyasztási fejadag értékét szolgáltatónként és az értékek átlagtól mért eltérését mutatják a 3.3-6. és 3.3-7. ábrák.



3.3-6. ábra: Az ivóvíz-fogyasztási fejadagok (liter/fő, nap) területi megoszlása (szolgáltatónként) 2011-ben.
Forrás: NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.3-7. ábra: Az ivóvíz-fogyasztási fejadagok (liter/fő, nap) eltérése az átlagtól a fejadag százalékában szolgáltatóként 2011-ben.

Forrás: NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A 3.3. fejezet eddigi elemzéseiből jól látható a vízfogyasztás nagyságára ható tényezők széles köre. Megvizsgáltam, hogy a számos tényező közül, amelyek a MAVÍZ és KSH adatokból összeállított adattáblázatba is bekerültek, melyek azok, amelyeknek a hatása a vízfogyasztás nagyságára statisztikailag szignifikáns. A számításokat a lineáris regresszió, útmodell módszerével végeztem el.

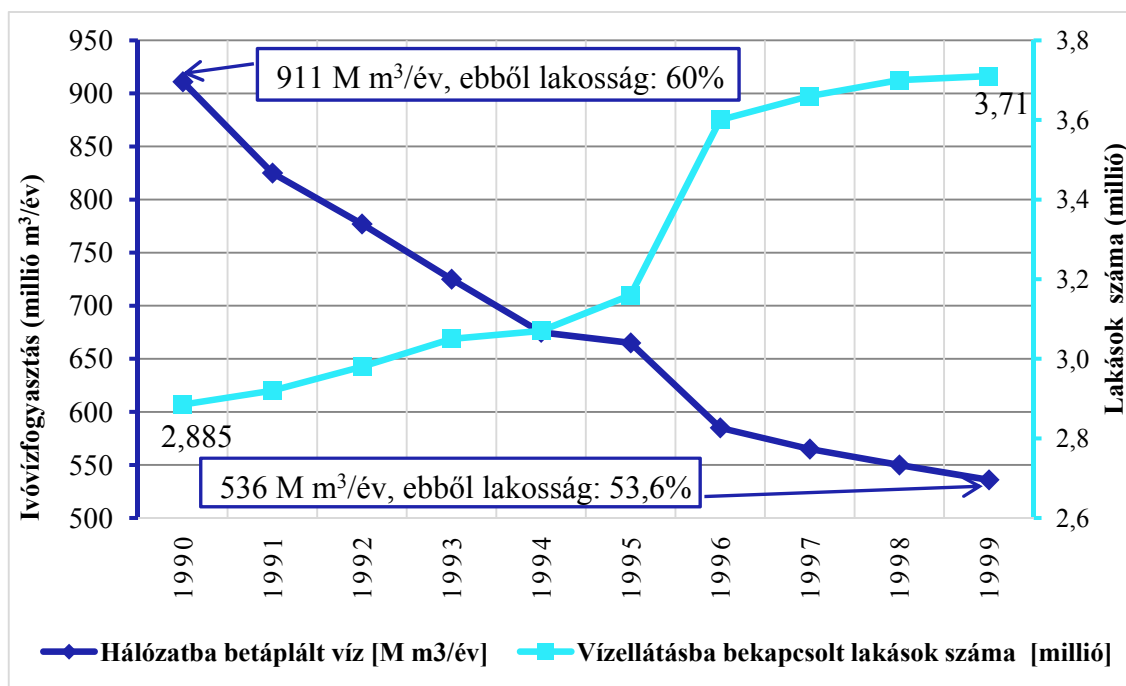
Az adatforrások jellegéből adódóan elsősorban a népességet leíró és a szolgáltatót jellemző paramétereket, összesen húsz tényezőt vizsgáltam. Az elemzésbe bevont paraméterek közül több az előzetes feltételezéssel ellentétben nem bizonyult szignifikáns hatásúnak a vízfogyasztás nagyságára, így például:

- a jövedelem és a GDP/fő – mint gazdasági mutatók;
- a népsűrűség, az ellátott települések száma, a különböző méretű települések aránya a szolgáltató ellátási területén – ezek, mint a település-szerkezettel összefüggésben álló, azt leíró paraméterek;
- az értékesített víz, a vízellátásban részesülő lakosok száma – mint a szolgáltató méretét jellemző paraméterek kerültek be a vizsgálat körébe.

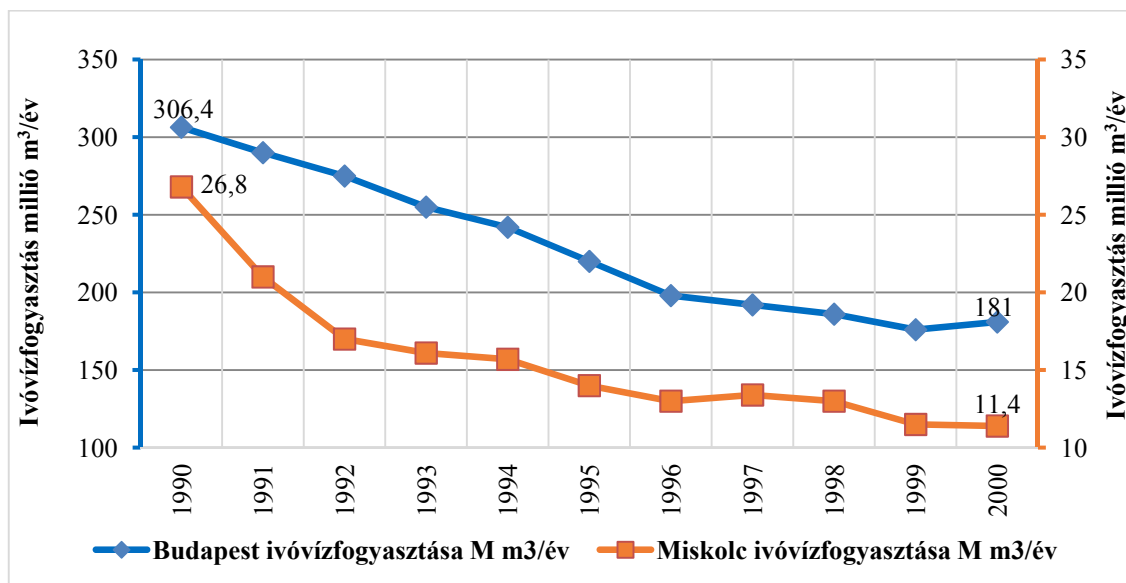
A várakozással, szakmai közvélekedéssel ellentétos, legmeglepőbb eredmény az volt, hogy a vízdíj nem szignifikáns hatású a vízfogyasztási fejadag nagyságára. Sem korreláció-számítással, sem lineáris regresszióval nem lehetett 95%-os valószínűségi szinten kimutatni, hogy a vízdíj szignifikánsan hat a vízfogyasztási fejadagra. A magyarázatot a vizsgált időintervallumban találtam meg, ahogy ezt a 3.3-8. ábra is sugallja. A rendszerváltozás utáni első 2–3 évben – a sokk hatására, amelyet a víz árával való szembesülés váltott ki, és a vízfogyasztás drasztikus csökkenésében nyilvánult meg – lezajlott az azóta máig bekövetkezett mintegy 54%-os vízfogyasztás csökkenés 26%-a (ld. 3.3-2. ábra), és a teljes vízfogyasztás csökkenés fennmaradt része 16 év alatt fokozatosan következett be. A (szakmai) közvélekedés, sztereotípa tehát a korábbi évekre érvényes trenden alapul. A vízdíj fogyasztásmérséklő hatása ma is érvényes, csak nem játszik olyan jelentős szerepet, mint az új rendszerű vízdíj bevezetését követő első években. Abban az időszakban ez a hatás valószínűleg sokkal kifejezettebb volt a mainál, ezt hazai és külföldi példák egyaránt alátámasztják.

A hazai példák közül a Víz- és Csatornaművek Országos Szakmai Szövetségének Jubileumi Főmérnöki Értekezletén 2001-ben Sopronban Várszegi Cs. előadásanyagát emelném ki. Két nagyváros, Budapest és Miskolc példáján szemléletesen érzékeltette, hogy a lényegesen magasabb vízdíjú Miskolcon az emelt vízdíj bevezetése utáni első években a vízfogyasztás gyorsabb ütemben csökkent: 1990 és 1994 között Budapesten 21%-kal, Miskolcon 41,4%-kal esett vissza a vízfogyasztás (3.3-9. ábra).

A 3.3-8. ábrán az ellátó hálózatba országosan betáplált víz mennyiségének csökkenése mellett látható a vízellátásba bekapcsolt lakások számának növekedése is, ezt a fejenkénti vízfogyasztás csökkenésében szintén számításba kell venni. Figyelmet érdemel továbbá az is, hogy a közüzemi vízszolgáltatáson belül a lakosság által felhasznált részarány az 1990. évi 60%-ról 10 év alatt 53,6%-ra csökkent, vagyis **a lakossági vízfogyasztás az egyéb vízfogyasztás-csökkenést (31,7%) meghaladó arányban (47,4%) esett vissza.**



3.3-8. ábra: A közüzemi ivóvízellátás országos adatainak változása 1990–2000 között.
FORRÁS: VÁRSZEGI CS. (2001) alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.3-9. ábra: Budapest és Miskolc vízfogyasztásának változása 1990–2000 között.
FORRÁS: VÁRSZEGI CS. (2001) alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

Egy, a Szegedi Tudományegyetemen folytatott kutatás zárójelentésében megállapította, hogy az átlagos városi vízfogyasztók véleménye alapján a vízfogyasztás és a víz ára között nincs szoros kapcsolat. A várost reprezentatívan képviselő lakók között végzett felmérés alapján a lakók árérzékenysége a vízzel kapcsolatban nem erős. A megkérdezettek hozzávetőlegesen fele szerint a víz árának drasztikus, fölfelé vagy lefelé történő módosulását nem követné a vízfogyasztás nagyságának arányos változása (ld. 3.3-10. ábra). A vízdíj érzékelhető hatását a vízfogyasztásra mindeközben mutatja a két feltételezéssel egyet nem értők aránya, hogy jelentősen magasabb vízdíj esetén a vízfogyasztás visszaesésével többen értenek egyet, mint a jelentős vízdíjcsökkenés esetén a vízfogyasztás növekedésével. Emellett a nagymértékben emelkedő vízfogyasztás esetén a meghatározó vízfogyasztás visszaeséssel részben egyetértők 25,9%-a is azt tükrözi, hogy ilyen helyzet előállásakor többen elgondolkodnának vízfogyasztásuk visszafogásán.

Fontosnak tartom itt megjegyezni, hogy ugyanez a felmérés az ország másik, eltérő jövedelmi viszonyokkal leírható területén más arányokat is eredményezhetne.

**Ha a vízdíj a felére csökkenne,
a víz kétszerese is elfogyna
(N=1182)**

Válasz	Megoszlás az érvényes válaszok %-ában
nem értek egyet	57,4
részben egyetértek	18,8
egyetértek	23,8
összesen:	100,0

**Ha a vízdíj a duplájára emelkedne,
feleannyit fogyasztanának az emberek
(N=1176)**

Válasz	Megoszlás az érvényes válaszok %-ában
nem értek egyet	49,9
részben egyetértek	25,9
egyetértek	24,2
összesen:	100,0

3.3-10. ábra: Városi vízfogyasztók véleménye a vízdíj és a vízfogyasztás nagyságának kapcsolatáról.

Forrás: MAJÓ Z. 2010.

A fogyasztók saját vízfogyasztásuk nagyságáról kialakult elképzelését tükrözi a Magyar Tudományos Akadémia Regionális Kutatások Központja Alföldi Tudományos Intézete által elkészített kutatási zárójelentés is (CSATÁRI B. 2004). Eszerint a fogyasztóknak csak töredéke érzékeli úgy, hogy a saját háztartásán belül a szükségesnél nagyobb a vízfelhasználás. Ebből adódóan a víztakarékosság lehetősége sem aktuális kérdés számukra.

A magas vízdíj fogyasztás-csökkentésre ösztönző hatását külföldi tanulmányok is csak feltételelesen igaznak értékelték. A Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (Környezetkutatási Központ) 1996–2001 között Lipcsében 140 háztartás adatait gyűjtötte és elemezte. Rögzítette a

fogyasztók körülményeit, jellemzőit kérdőíves felmérés-sorozattal, amelyet objektív, mért adatokkal hitelesített. A többéves elemzés és kiértékelés eredményeként kiadott zárójelentés a **vízdíjat a több befolyásoló tényező közül egy fontos, de nem a legnagyobb hatással bíró paraméternek** értékelte a vízfogyasztás nagyságára vonatkozóan (MESSNER, F. – ANSMANN, T. 2002). A vízdíj fogyasztás-csökkentő hatását csak több körülmény együttállása esetén értékelte jelentősnek, pl. ha a vízfogyasztó nem ismerte a víztakarékosság lehetőségeit, akkor a vízdíj emelkedésére nem reagált a vízfogyasztása visszafogásával. A vízdíj nagysága ismeretének hiányában szintén nem várható a vízdíjtól vízfogyasztás-mérséklő hatás.

Összegezve a várttal ellentétes korrelációs hatás háttérének áttekintését: **Mára, bár a vízfogyasztás nagyságára hat a vízdíj, ez a hatás statisztikai értelemben nem döntő jelentőségű.**

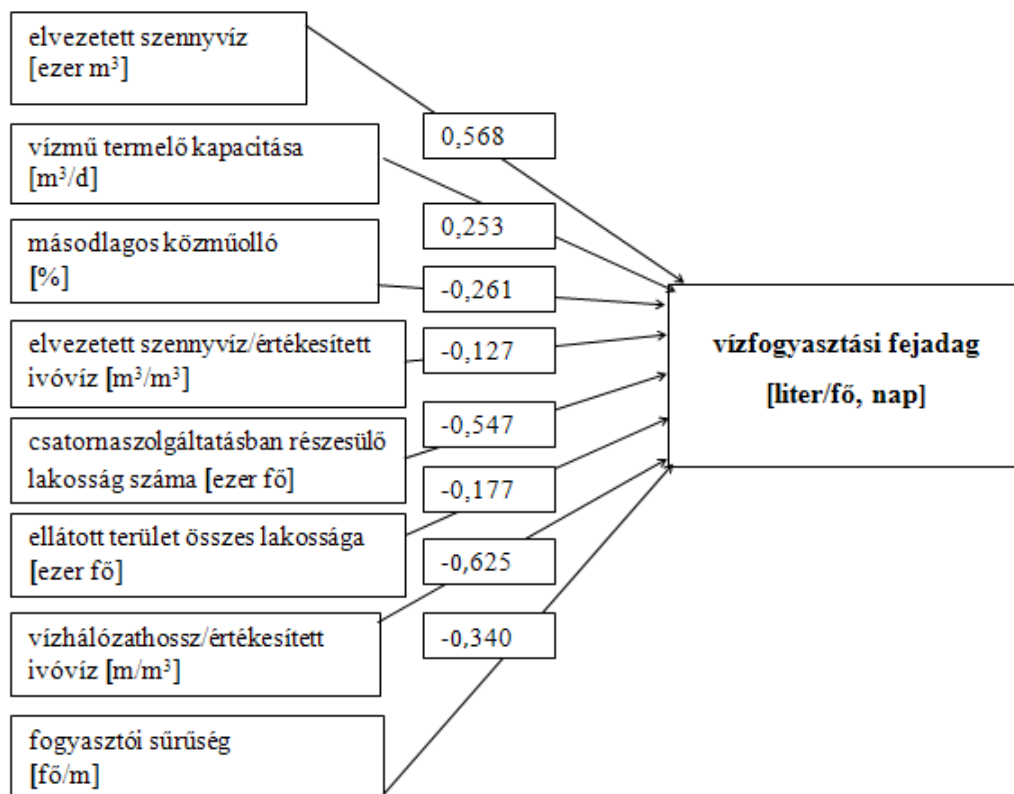
Az elemzésben a vízfogyasztási fejadag nagyságára 8 paraméter szignifikáns hatását sikerült kimutatnom, amelyek – mint független változók – együttesen a 46,9%-ban magyarázzák meg a függő változót, a vízfogyasztási fejadagot (ld. 3.3-11. ábra). A fölállított modell – mivel a függő változóra szignifikáns hatással bíró paraméterek által megmagyarázott hányad több, mint másfélszerese a statisztikában általánosan elfogadott 30%-os alsó határértéknek – jó magyarázó erejűnek tekinthető. Különösen jónak értékelhető a megmagyarázott hányad annak ismeretében, hogy a vízfogyasztásra számos tényező hat, közöttük sok olyan, amelynek értéke nem számszerűsíthető.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,687 ^a	,472	,469	30,36183

a. Predictors: (Constant), Fogyasztási sűrűség: vízzel ellátott lakosságszám/km vízhálózat, Vízmű termelő kapacitása (m3/d), Vízhálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz (%) - Csatornahálózatba ... (%), elvezetett szennyvíz/értékesített ivóvíz (arány), Vízhálózat/értékesített víz, Elvezetett szennyvíz (ezer m3), Az ellátott terület összes lakossága (ezer fő), csatornaszolgáltatásban részesülő lakosság száma (ezer fő)

3.3-11. ábra: A vízfogyasztásra ható tényezők modelljének megmagyarázott hányada.
Forrás: SPSS 20.0, szerk. Eördöghné M. M. 2012

A nyolc paraméter közül kettő pozitív hatású, a többi negatív (ld. 3.3-12. ábra).



3.3-12. ábra: A vízfogyasztási fejadagra ható tényezők útmodellje, hatásuk erőssége és iránya a vízfogyasztási fejadagra.

Forrás: SPSS 20.0, szerk. Eördöghné M. M. 2012

A 3.3-2. táblázat összefoglalja az elemzés eredményeit és a kívánt hatást (a vízfogyasztási fejadag csökkentését) célzó paraméternagyságokat és az ennek megfelelő szolgáltató-típusokat. A legerősebb, negatív hatású paraméter (Beta = -0,625, sig = 0,000) az értékesített ivóvízre vetített vízhálózat hosszúság [m/m³], ennek növekvő értéke hat csökkentőleg a vízfogyasztás nagyságára. A m/m³ paraméter akkor lesz magas, ha kiterjedt vízhálózattal viszonylag kevés értékesített víz jut el a fogyasztókhoz, ez a helyzet alacsonyabb népsűrűségű területeken áll elő, ami a kistelepülések jellegzetessége.

A pozitív irányba befolyásoló legerősebb hatású paraméter (Beta = 0,568, sig = 0,000) az elvezetett szennyvíz mennyisége, ennek értéke azonos értelemben változik a vízfogyasztás nagyságával, vagyis alacsony elvezetett szennyvíz mennyiség esetén lesz kisebb a felhasznált vízmennyiség is. A független változónak ez az alacsony értéke kistelepülést ellátó szolgáltatót jellemez. Ezen változó szignifikáns hatásának kimutatása a vízfogyasztás nagyságára a statisztikai programnak köszönhető, a mindennapok logikája mellett nem egyértelműen adódik az összefüggés. A paraméter másik szélsőértékét elemezve könnyebb észrevenni a kapcsolat

lehetőségét: ha magas az elvezetett szennyvíz mennyisége (nagy szolgáltatóról beszélhetünk, ami nagy települést, jól kiépített csatornahálózatot feltételez), akkor ez bátrabbá teheti a vízfogyasztókat is. Innét nézve már közelebb érezzük a kis elvezetett szennyvíz mennyiség vízfogyasztást visszafogó hatását.

A többi független változó kapcsán végigvihető gondolatmenet összefoglalását a 3.3-2. táblázat közli. A modellben az erősebb, pozitív vagy negatív hatást kifejtő független változók vízfogyasztást csökkentő értéke kisebb településeket ellátó szolgáltatókra jellemző. Emellett viszont több változó vízfogyasztás-csökkentő értéke városias szolgáltatót feltételez, így a modell alapján a vízfogyasztás nagysága és a vízszolgáltató ellátási területének jellege közötti összefüggés kérdése még megválaszolatlan marad.

3.3-2. táblázat: A vízfogyasztásra ható tényezők erőssége és összefüggésük a szolgáltató típusokkal.

Forrás: szerk. SPSS 20.0 eredményekből Eördöghné M. M. 2012

<i>független változó</i>	<i>sign.</i>	<i>beta</i>	<i>akkor csökken hatására a fejadag, ha a független változó értéke:</i>	<i>az előző feltétel milyen szolgáltatóra jellemző</i>
Elvezetett szennyvíz [ezer m ³]	0,000	0,568	alacsony	kis méretű ► kisebb település(ek)e)t, falu(ka)t ellátó
Vízmű termelő kapacitása [m ³ /d]	0,000	0,253	alacsony	kis méretű ► kisebb település(ek)e)t, falu(ka)t ellátó
Elvezetett szennyvíz/értékesített ivóvíz [arány]	0,000	-0,127	magas	jól kiépített kétoldalú infrastruktúra ► városi
Az ellátott terület összes lakossága [ezer fő]	0,001	-0,177	magas	vároست vagy sok települést ellátó
Másodlagos közműháló: a vízhálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz [%] – a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz [%]	0,000	-0,261	magas	nagy különbség a vízzel illetve csatornával is ellátott fogyasztók között, alacsony csatornázottság ► kistelepül és(ek)e)t ellátó
Fogyasztói sűrűség: vízzel ellátott lakosság / km vízhálózat	0,000	-0,340	magas	vároست vagy sok települést ellátó
Csatornaszolgáltatásban részesülő lakosság száma [ezer fő]	0,000	-0,547	magas	vároست vagy sok települést ellátó
Vízhálózat hossza/értékesített ivóvíz [m/em ³]	0,000	-0,625	magas	szolgáltatási területén kisebb a népsűrűség, falu(k)

3.4. A településszerkezet és a vízellátás összefüggése

Magyarország térszerkezetének egyes elemei jelentős gazdasági, kulturális, infrastrukturális eltérésekkel jellemezhetők, bármely felosztás (megyerendszer, NUTS-szintek) szerint vizsgáljuk a térségeket. Az általános tendenciához illeszkedő, vagy attól eltérő különbségek a vízellátási adatok vizsgálatakor is felismerhetők, mind a kitermelési, mind a fogyasztási oldalt vizsgálva. A vízfogyasztás nagyságára számos tényező kihat: földrajzi helyzet, gazdasági tényezők (fejlettség, fizetőképesség), infrastrukturális adottságok (közcsélú és lakáson belüli kiépítettség), fogyasztási szokások, életszínvonal/életmód stb. Fentiek mindegyike a településtípussal is összefügg, várható, hogy a vízfogyasztás egyes jellemzői is a településszerkezettel párhuzamosan változnak.

Történelmünk során Magyarország településszerkezete a helyi adottságok által meghatározott termelési lehetőségekhez igazodóan alakult ki. Ezt a természetes fejlődési folyamatot negatívan érintették az ország területét érintő társadalmi kataklizmák (tatárjárás, török hódoltság), illetve a felülről irányított településpolitika (második jobbágyság, hűbéri struktúra elhúzódó fennmaradása). Mindezek hatására az ország települési struktúrája torzultan fejlődött, a vidéki települések életfeltételei nagymértékben leromlottak, nehezen áthidalható különbségek alakultak ki a városok és falvak evolúciós lehetőségei között (SZABÓ I. 2004). Ennek eredményeként Magyarországon nagyszámú, a fejlődésben akadályozott törpe- és aprófalvak alakultak ki: az összes település 12%-át a 200 főnél kisebb lélekszámú törpefalvak, több mint egyötödét (21,3%) pedig az 1000 fő alatti lakosságszámú települések teszik ki. Ennek a településtípusnak a területi eloszlása az országban egyenlőtlen. Az aprófalvas településstruktúra leginkább Baranya, Vas, Zala, Somogy, Veszprém és Borsod-Abaúj-Zemplén megyékre jellemző, ezekben a megye lakosságának 5–13,5%-a 500 főnél kisebb aprófaluban él (ld. 3.4-1. táblázat és 3.4-1. ábra).

A magyarországi településstruktúra tárgyalásakor feltétlenül meg kell említeni azt a tényt is, hogy rurális térségek között jelentős fejlettségbeli különbségek vannak a túlszabályozott, kiegyenlítetlen fejlődési folyamat következtében (BELUSZKY P. 2009). Ezek a differenciák a gazdaság szerkezetében, jövedelmezőségében, a lakosság foglalkozási szerkezetében, a munkaerőpiaci helyzetben, a jövedelmi viszonyokban, a lakásfelszereltségben, az infrastruktúra fejlettségében, a demográfiai viszonyokban egyaránt megmutatkoznak. A fejlesztési forrásokhoz való hozzájutás jobb lehetőségének reményében egy újabb keletű mesterséges fejlődés is kialakult, a városodás folyamata, a városok számának rohamos növekedése.

3.4-1. táblázat: Törpe- és aprófalvak leggyakoribb előfordulása megyéinkben 2010-ben.
Forrás: KSH-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

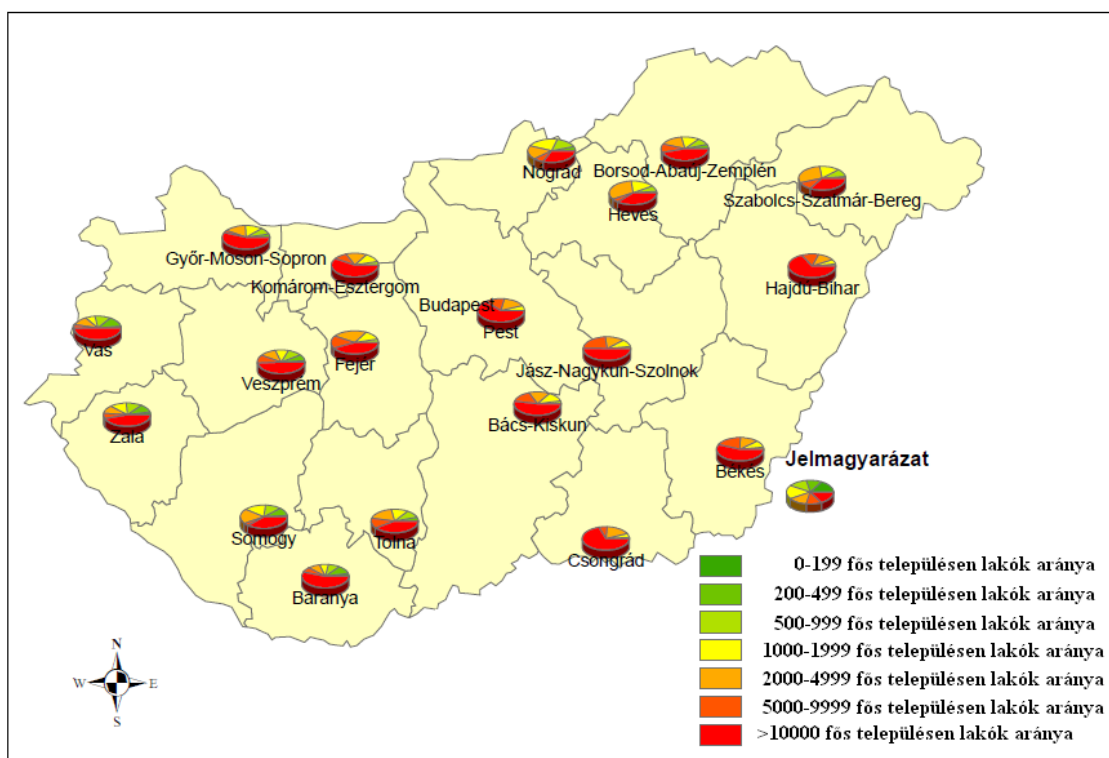
	< 200 fős települések				200–499 fős települések			
	települések száma a megyében	települések aránya a megyében [%]	lakosság száma a megyében	lakosság aránya a megyében [%]	települések száma a megyében	települések aránya a megyében [%]	lakosság száma a megyében	lakosság aránya a megyében [%]
Baranya megye	82	27,2%	10 985	2,8%	123	40,9%	38 399	9,8%
Vas megye	40	18,5%	4 790	1,8%	93	43,1%	30 182	11,6%
Zala megye	79	30,7%	7 976	2,8%	79	30,7%	26 588	9,2%
Somogy megye	36	14,7%	4 780	1,5%	81	33,1%	27 628	8,6%
Veszprém megye	34	15,7%	4 087	1,1%	69	31,8%	23 732	6,6%
Borsod-Abaúj-Zemplén megye	56	15,6%	5 828	0,8%	88	24,6%	28 828	4,2%

A település státuszának megváltozása nem mindig jár együtt a városias létforma elterjedésével JORGENSEN, B. – GRAYMORE, M. – O'TOOLE, K. (2009). Ugyanígy a vízfogyasztásbeli szokások sem attól változnak meg egy adott településen, hogy az megkapta a városi címet. A képet tovább árnyalja az a tény, hogy mára többen költöznek a városokból vidékre, mint a falvakból a városokba (BELUSZKY P. – SIKOS T. T. 2007). Amennyiben ez a kiköltözés nem a szuburbanizációval magyarázható, hanem az alacsonyabb megélhetési költségek érdekében történik, úgy ez a vezetékes vízfogyasztás visszafogásában is megnyilvánul, kihasználva a vidék esetleges alternatív vízszervezési lehetőségeit (kutak, esővízgyűjtés stb.). A kisebb települések alacsonyabb vezetékes vízfogyasztásának okai a már említett befolyásoló tényezők mellett valószínűleg az egyéb vízforrásból történő vízigény-fedezésben is kereshetők (ami csak az ellátó hálózat, de nem a vízkészletek szempontjából jelent alacsonyabb fogyasztást).

A városodással kapcsolatos további érdekes tény, hogy az utóbbi 15–20 évben státuszt szerzett új városok vízi infrastruktúra kiépítettsége fejlettebb volt, mint a nagyvárosoké, pl. jellemző volt a 100%-os ivóvíz ellátottság, magas volt a csatornahálózatra kapcsolt lakások aránya

(RUDL J. 1998). A városi rang megszerzése érdekében ezek a fejlesztések helyi prioritást élveztek, illetve a gazdasági erő hiányát a kistelepülések együttműködésekkel, integrációval társulásokkal igyekeztek kiváltani (DÖVÉNYI Z. 2003).

A városok lakosságszáma Magyarországon 1038 és 38470 fő között változik (a megyei jogú városokat itt nem beleértve, 2010. évi adat), így csupán a településtípus alapján meghatározni a vízfogyasztás jellegét valószínűsíthetően aránytalanságot eredményezne. Az, hogy ténylegesen milyen településnagyság-határhoz köthető a vízfogyasztás városi vagy vidéki jellege, területenként eltérő lehet ugyanúgy, ahogy az azonos nagyságú települések között is lényeges eltérések vannak az ország különböző területein. Kiindulásként a településföldrajzban használatos településtípus-határok (0–200 lakos - törpefalu, 200–500 lakos - aprófalu, 500–1000 lakos - kistelepülés, 1000–5000 lakos - középmező, 5000 lakos fölött - nagyszékhely) képezik a vizsgálatomban az egyes vízszolgáltatók ellátási területének település-szerkezet szerinti jellemzését.

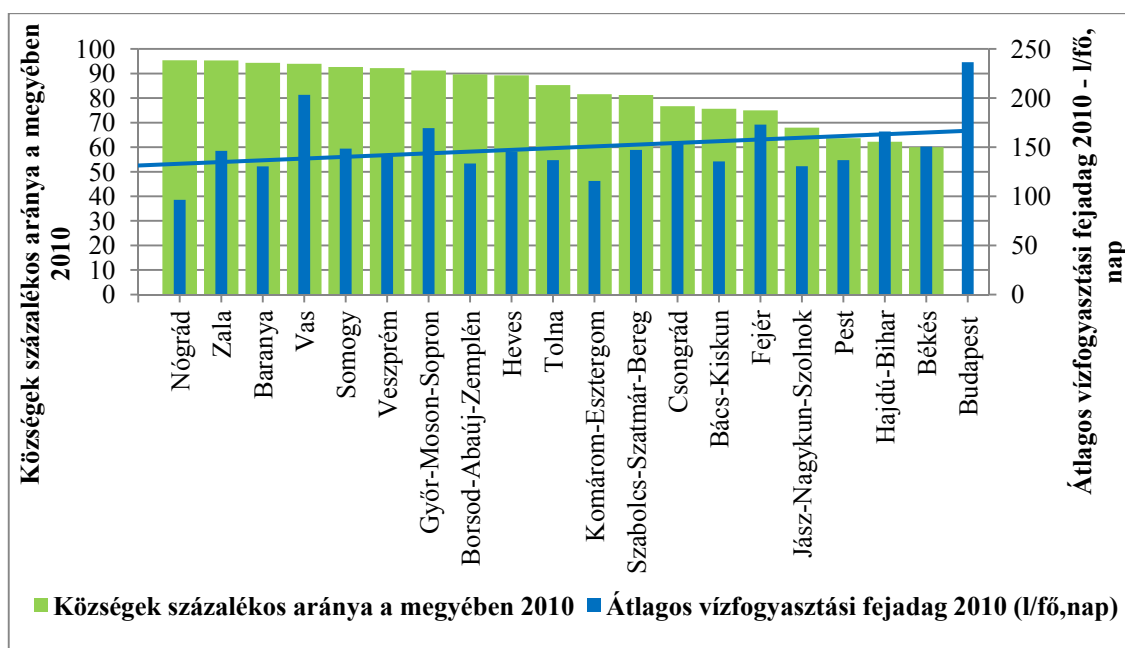


3.4-1. ábra: Magyarország megyéinek település-szerkezete 2010-ben.
Forrás: KSH-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A település-szerkezet és a vízfogyasztás összefüggéseit a 2010. évre vonatkozóan vizsgáltam, mivel az egyes megyék ilyen téren megfigyelhető jellegzetességeiben egyik évről a másik évre jelentős változások nincsenek, a demográfiai, település-szerkezeti változások nagyobb időbeli

tehetetlenséggel jellemezhetők. Megítélésem szerint egy év sajátosságainak vizsgálata is lehetőséget nyújt általános következtetések levonására.

Statisztikai adatok alapján elemeztem a megyék aktuális, 2010. évi település-összetételét, a községek, törpe-, apró- és kistelepülésekben élő lakosság számát és arányát az egyes megyékben, és ennek a megyéket jellemző tényezőnek a hatását vizsgáltam a megye vízfogyasztására. Az egy személyre jutó felhasznált vízmennyiség megyénként összesített átlagértéke 96 és 236 liter/fő, nap érték között változik (EÖRDÖGHNE M. M. 2013). A 3.4-2. ábra a megyei vízfogyasztási fejadag értékeket mutatja be, a megyéket a településeiken belül a községek százalékos aránya alapján sorba rendezve.



3.4-2. ábra: A település-szerkezet hatása az átlagos vízfogyasztási fejadag nagyságára.
Forrás: KSH és MAVÍZ adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2011

A 3.4-2. ábra adatainak általános trendjét vizsgálva megállapítható, hogy a községek számának csökkenésével az egyes megyékben a vízfogyasztási fejadag értéke emelkedik. A feltüntetett fejadagokat a vízszolgáltatók adatai alapján számoltam, tehát a vezetékes víz használatát jellemzik. A falvakban, kistelepüléseken ez a vízfogyasztás sok esetben kiegészül saját kútból származó vízzel, ez is lehetővé teszi a kisebb mértékű vezetékes vízfogyasztást, bár a saját kútból nyert víz általában a lakóházon kívüli felhasználást (autómosás, locsolás stb.) szolgálja, kisebb mértékben váltja ki a fürdőszobai/konyhai vízigényeket. A kútvíz lakóházon belüli felhasználásának leggyakoribb módja a WC-öblítésre történő alkalmazás. A 3.4-2. ábra

diagramjának oszlopai – néhány kivételtől eltekintve – jól közelítik az átlagérték vonalát. A továbbiakban az átlagtól nagyobb mértékben eltérő adatokat, az eltérés vélhető okait járom körül.

A kiugró Vas megyei vízfogyasztási fejadag érték elemzéséhez a megye település-szerkezetét és a vízi infrastruktúra szervezeti felépítését érdemes megvizsgálni. Vas megye 216 települése közül 197-ben ugyanaz a vízmű, a Vasivíz Rt. szolgáltatja az ivóvizet (2010. évi állapot). A szolgáltató ellátási területéhez tartozik a megye településeinek 90,7%-a és a megye lakosságának 85,7%-a. Vas megyében az aprófalvak dominálnak, települései 61,5%-ában 500-nál is kevesebb a lakólétszám. Így adódhat az a jellegzetesség, hogy annak ellenére, hogy a megye összes településének 93,9%-a község, mégis városokban él a népesség 60,2%-a, a megyeszékhelyen az összes megyei népesség közel 1/3-a (30,6%). A vízfogyasztók összetétele tehát jellegét tekintve zömmel városias. (Ez megmutatkozik a Vasivíz Rt. fogyasztói körében mérhető vízfogyasztás fejenkénti értékében (114,8 l/fő, nap), ami kismértékben meghaladja az országos átlagot (113,3 l/fő, nap) (ld. 3.4-3. ábra), míg a többi, jellemzően aprófalvas település-szerkezetű területeket ellátó vízszolgáltatónál mérhető fejadag-érték az országos átlag alatti.

Vas megye kiugróan magas vízfogyasztási jellemzőjét tehát a másik két vizsgált vízszolgáltató (Bük és térsége Vízmű Kft. – továbbiakban Bük, illetve Sárvár-Víz Kft. – továbbiakban Sárvár) hatása eredményezi. A fenti szolgáltatóknál tapasztalható vízfogyasztási fejadagot vizsgálva megállapítható, hogy értéke Magyarországon belül Bük esetében a legmagasabb - 223,1 l/fő, nap, Sárvár esetében a 4. legmagasabb - 172,2 l/fő, nap (61 rendelkezésre álló szolgáltató adatai közül). Ennek okát mindkét szolgáltató esetében a vízellátó hálózat viszonylag fiatal életkora és műszaki korszerűsége ismeretében a térségben az állandó lakólétszámhoz viszonyítva nagy arányban jelen levő fürdővendégek jelenthetik.

A Bük és térsége Vízmű Kft. és a KSH statisztikai adatai alapján az ivóvízzel ellátott helyi lakosság 6 950 fős száma mellett 2010-ben 665 559 vendégéjszakát regisztráltak Bük városban (NOVÁK Z. – PÁSTINÉ I. J. 2007). Utóbbi adat teljes évi otthon-tartózkodással átszámolva kb. 26%-os állandó ellátandó lakosságszám-növekedésnek feleltethető meg, de ez a korrigált lakosságszám sem elegendő szokványos vízfogyasztás esetén a kiugró fejadag magyarázatául. A fürdővendégek esetében a vízfogyasztás mértékét vizsgálva általános tapasztalat a magasabb fajlagos vízigény. (A környezettudatos vízhasználat technikai eszközeinek alkalmazása az ilyen fogyasztói helyeken emiatt kiemelt fontosságú.) Mivel a Bük és térsége vízszolgáltatónál a magas fürdővendég-vízhasználat kompenzálására a helyi lakosok számaránya alacsony, így a fajlagos vízfogyasztási érték a felhasználók száma által nem indokolt mértékben emelkedett

meg. Mivel ez a helyzet a vizsgált országos viszonylatban egyedi eset, nem indokolt az átlagképzés esetében a fogyasztószám szerint súlyozott átlag kalkulálása.

Sárváron a közel 18 000 fős ellátott állandó lakólétszám mellett a vendégéjszakák száma 386 315, a fürdővendég-hányad alacsonyabb a vízfogyasztók körében, emiatt a vízfogyasztási fejadag kisebb mértékben haladja meg az országos átlagot, mint Bük esetében.

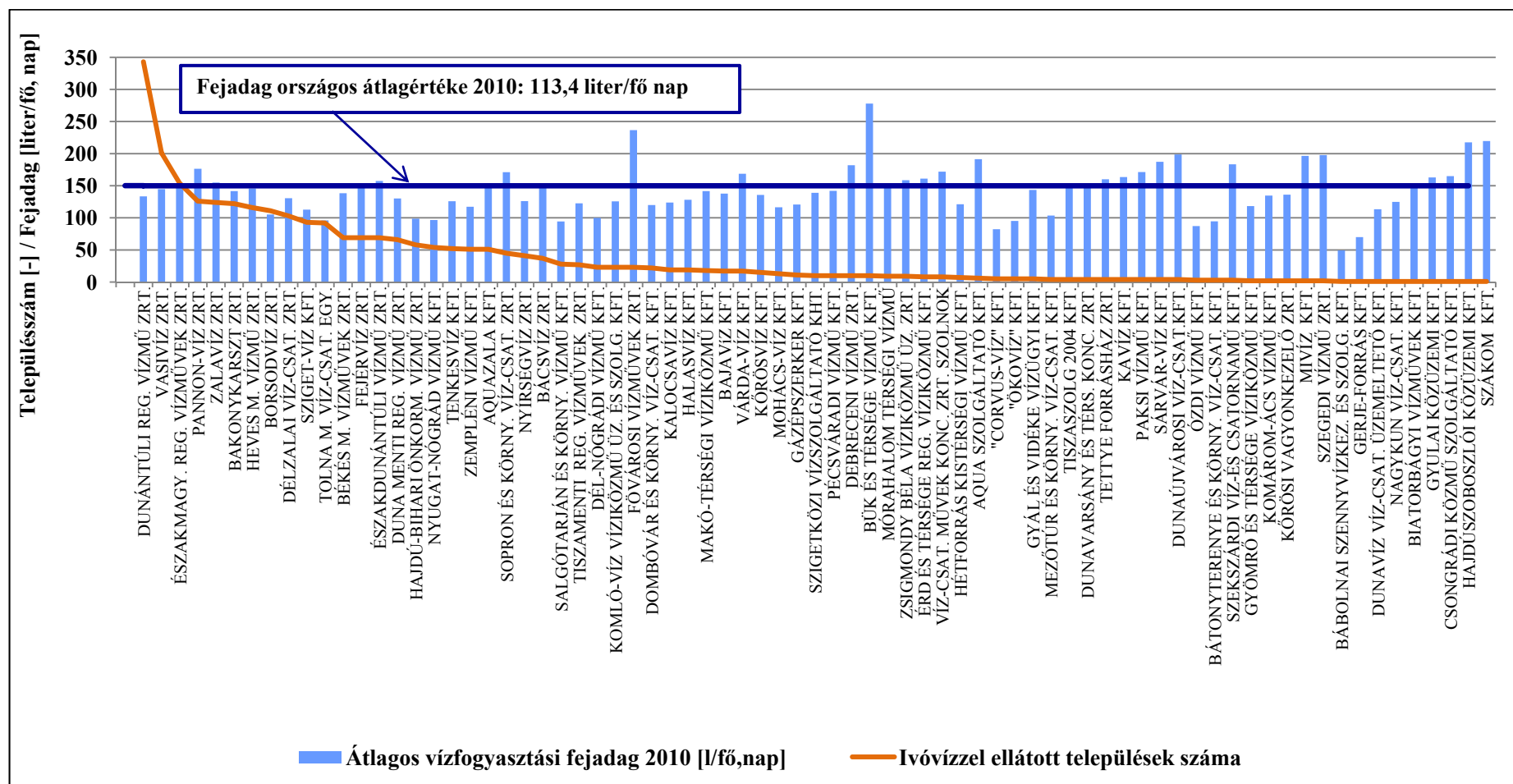
Összegezve a kiugró érték értelmezését megállapítható, hogy a magas vízfogyasztási fejadag érték magyarázata a megye három vízszolgáltatója közül kettőnél tapasztalható kiemelkedő vízfogyasztás; ez utóbbi magas értékek oka a fürdővendégek nagy részaránya a vizsgált fogyasztók között. Itt kell még megemlíteni a fürdővendégek magasabb fejenkénti vízfogyasztása mellett a fürdővállalatok medencéinek kiegészítő vízigényét (pótvíz, medencetisztítás stb.).

Az országos átlagtól ellentétes értelemben leginkább eltérő, legalacsonyabb vízfogyasztási fejadag Nógrád megyében tapasztalható, itt 68,9 liter/fő, nap értékű az országos 113,4 liter/fő, nap átlagértékkel szemben. A megye vízellátását négy szolgáltató végzi, amelyek mindegyikénél a lakossági vízdíj értéke országosan az első 10 között található (ld. 3. 4-4. ábra), ami az előzmények értelmében bár nem szignifikáns mértékben, de hat a vízdíjra.

A megye négy vízszolgáltatójánál érvényes magas vízdíj oka többértű lehet. Jelentős hatás tulajdonítható a térség geomorfológiai és hidrológiai adottságainak. A dombvidéki jelleg mind a víznyerés, mind a vízszolgáltatás folyamatát megdrágítja. A felszínközeli vízadó rétegek az antropogén hatások következtében elszennyeződtek, részben a korábban jellemző, az adott földtani viszonyok miatt egyszerűbben kivitelezhető ásott kutakon keresztül. Emiatt a kitermelt víz összetettebb, költségesebb kezelést igényel, vagy a szolgáltatók a mélyebben elhelyezkedő vízrétegekből kényszerülnek vízbeszerzésre. A vízbeszerzés megoszlását az egyes vízadókból a 3.4-5. ábra, a részben a beszerzés helyétől függő tisztítandó vízhányad nagyságát a 3.4-6. ábra mutatja (EÖRDÖGHNE M. M. 2011-C). Látható, hogy a megyét képviselő Nyugat-Nógrádi Vízmű Kft., Balassagyarmat esetében a kitermelt víz 100%-ban talajvízkészletből származik a kérdőíves válaszadás alapján. Emiatt a teljes kitermelt vízmennyiség a hálózatba juttatás előtt technológiai kezelést, tisztítást igényel, a kérdőív válaszai alapján vas- és mangántalanítást, savtalanítást és vízlágyítást alkalmaznak. A felsorolt eljárások sok másik magyarországi vízszolgáltatónál is szükségesek, de nem a teljes szolgáltatott vízmennyiségnél. Így ez a költségnövelő faktor Balassagyarmat esetében fokozottan jelentkezik. A szolgáltatási terület dombvidéki jellege a vezetékhálózatban és a fogyasztási pontokon a megfelelő víznyomás biztosítása többlet nyomásfokozókat, több szakaszra bontott hálózatot igényel stb. Fentiek

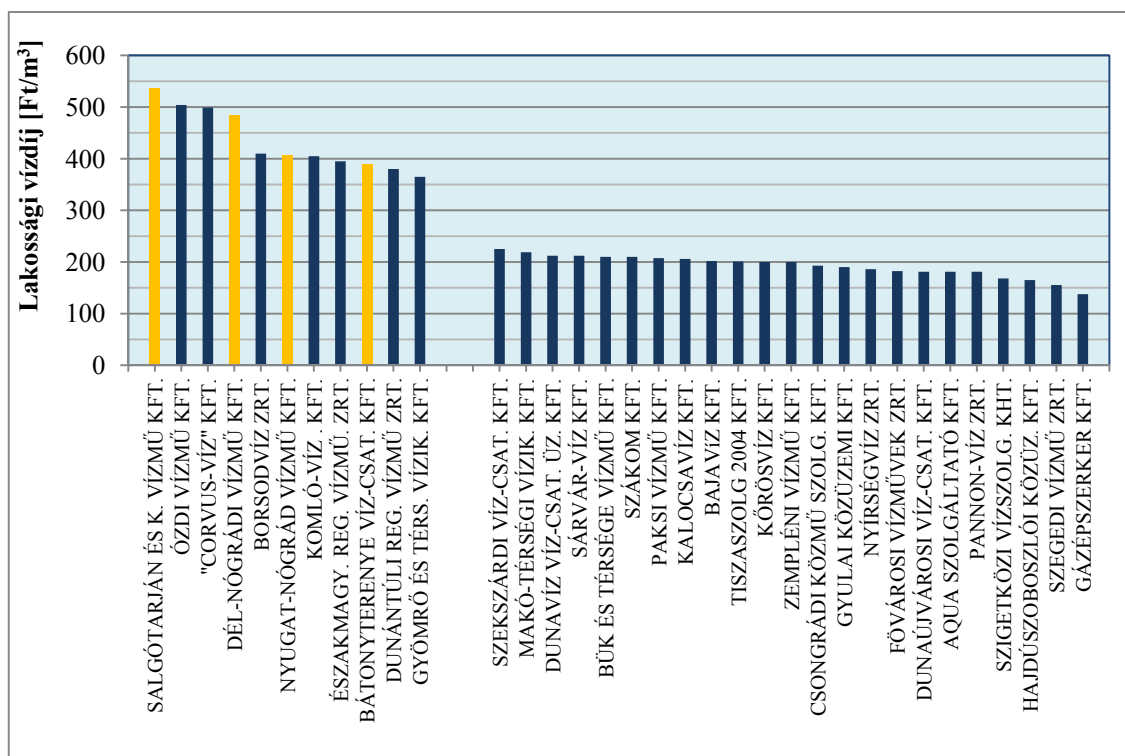
mellett a vízdíjra egyéb helyi hatások is érzékelhetők (vállalati döntések, helyi társadalmi-gazdasági viszonyok stb.).

A 3.4-6. ábrát úgy is értelmezhetjük, mint az egyes vízbázisok szennyezettségének ábrázolását. Megfigyelhető a kartogramon, hogy a csallóközi/szigetközi vízbázisokra települt szolgáltatóknál a kitermelt víz alacsonyabb hányada igényel vízkezelést. Hasonlóan jó adottságú Miskolc és Veszprém, ahol a hálózatba kerülő víz 100, illetve 84%-a karsztvíz, illetve a rétegvizet kitermelő Budapest környéki vízművek, esetükben szintén 10% alatt marad a kitermelt víz kezelést igénylő hányada.

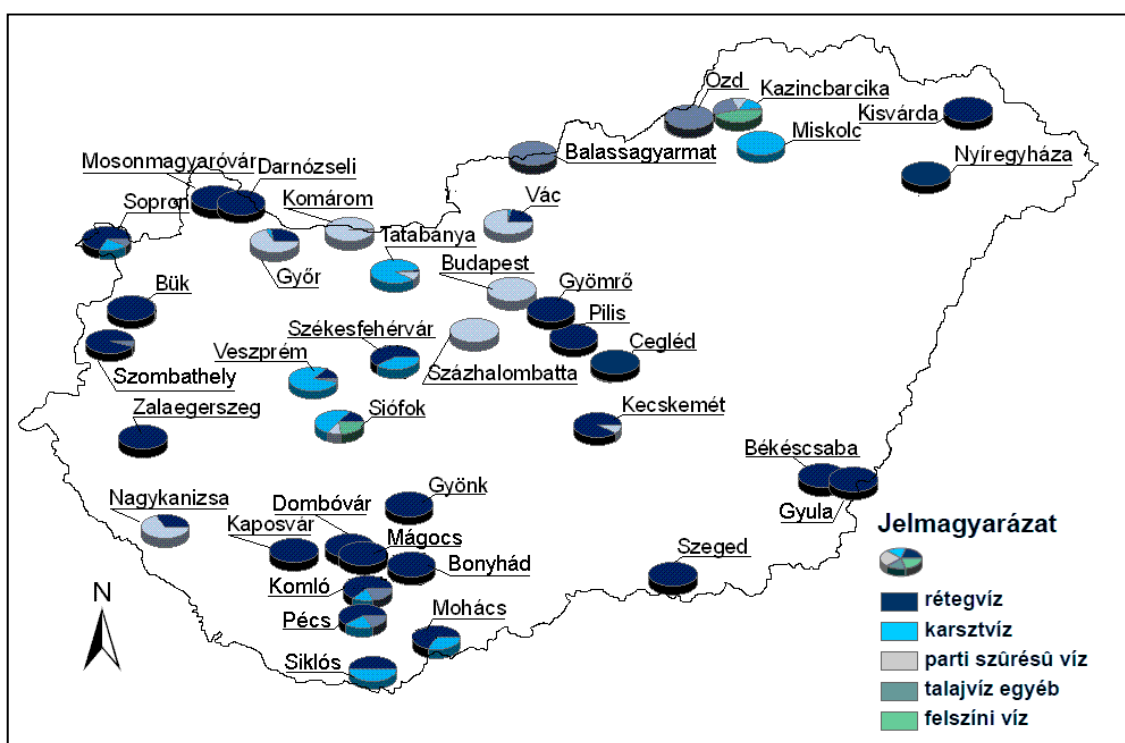


3.4-3. ábra: A szolgáltatóként számított vízfogyasztási fejadag és az ellátott terület településszámának összefüggése.

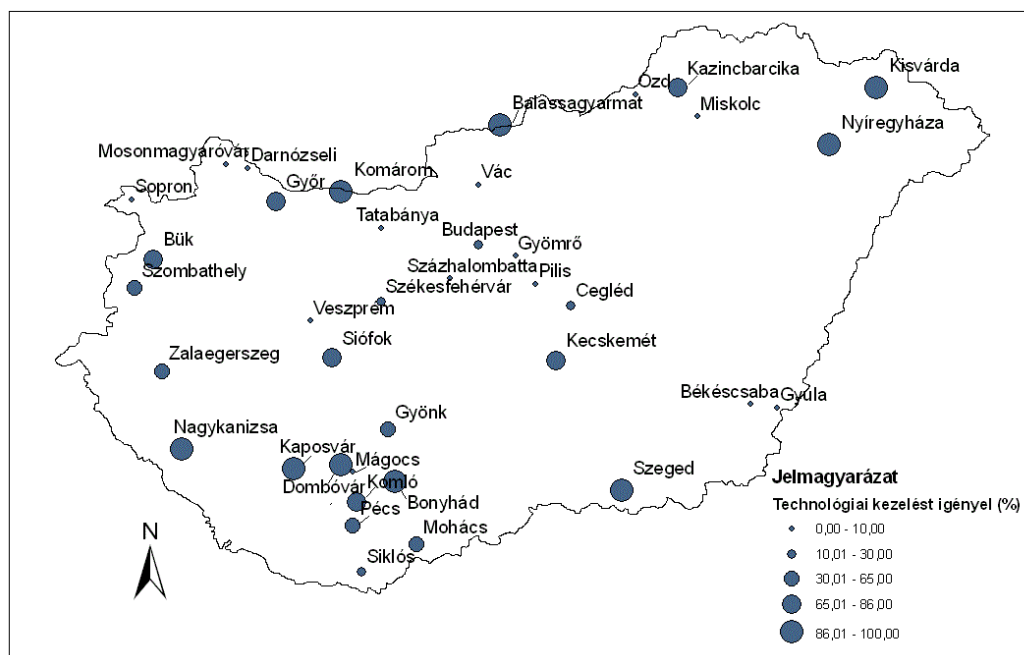
Forrás: KSH és MAVÍZ adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2011



3.4-4. ábra: Lakossági vízdíjak magyarországi vízszolgáltatóknál, kiemelve a Nógrád megyei szolgáltatókat.
 Forrás: NAGY E. (2012) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

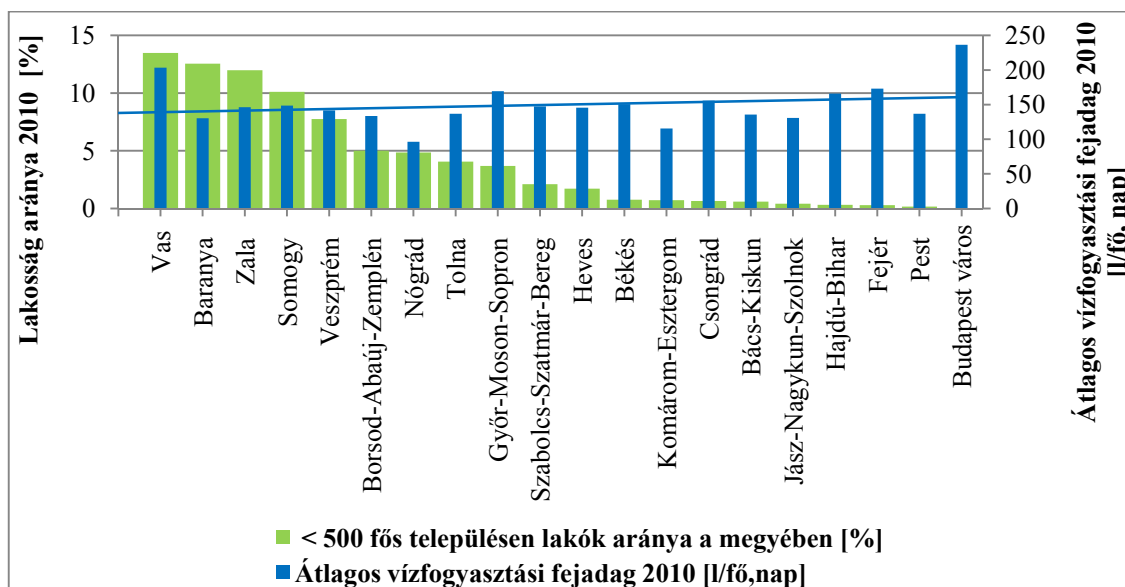


3.4-5. ábra: A vízbeszerzés megoszlása a vízádók között egyes Magyarországi szolgáltatóknál 2010-ben.
 Forrás: kérdőíves felmérés adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2011



3.4-6. ábra: A kitermelt víz technológiai kezelést igénylő hányada egyes magyarországi szolgáltatóknál 2010-ben.
Forrás: kérdőíves felmérés adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2011

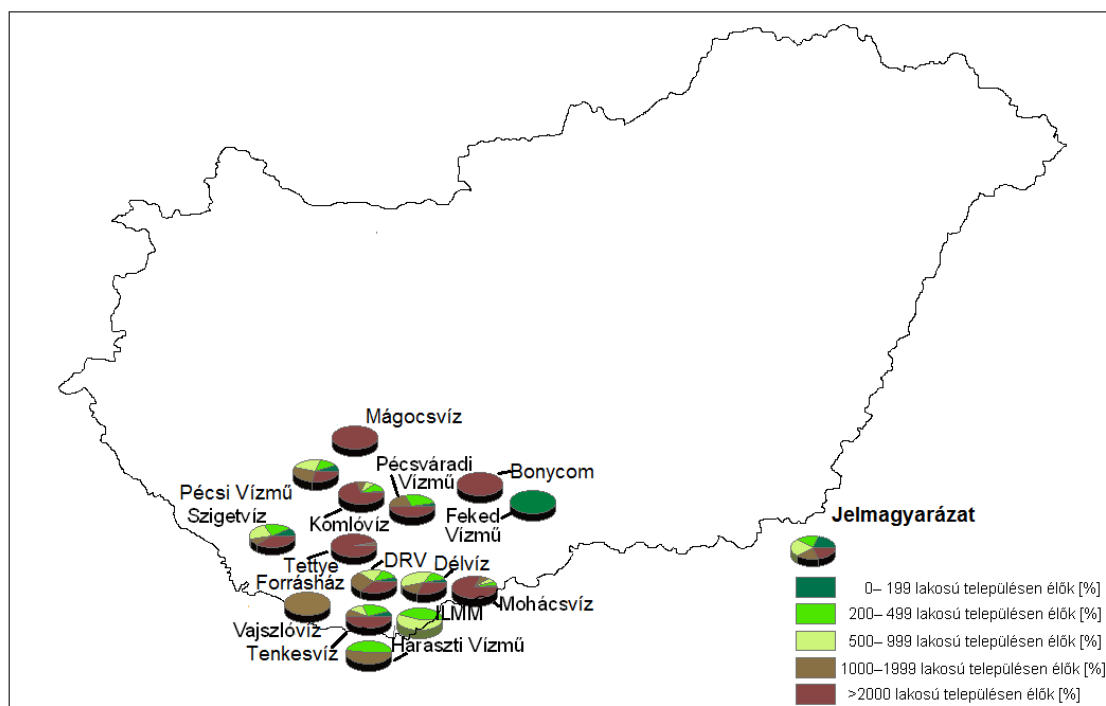
Ha a megyék sorrendjét nem a községek arányának sorrendjéhez igazítjuk, hanem az adott nagyságú (kis létszámú) településeken élő lakosság arányához, ugyanezt a trendet tapasztaljuk: a kistelepüléseken élők arányának csökkenésével az egy személyre jutó vízfogyasztás értéke nő, ahogy a 3.4-7. ábra mutatja (EÖRDÖGHNÉ M. M. 2012-C).



3.4-7. ábra: Törpe- és aprófalvakban lakók aránya és a megyei vízfogyasztás összefüggése.
Forrás: PAPP M. (2011) és KSH adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2011

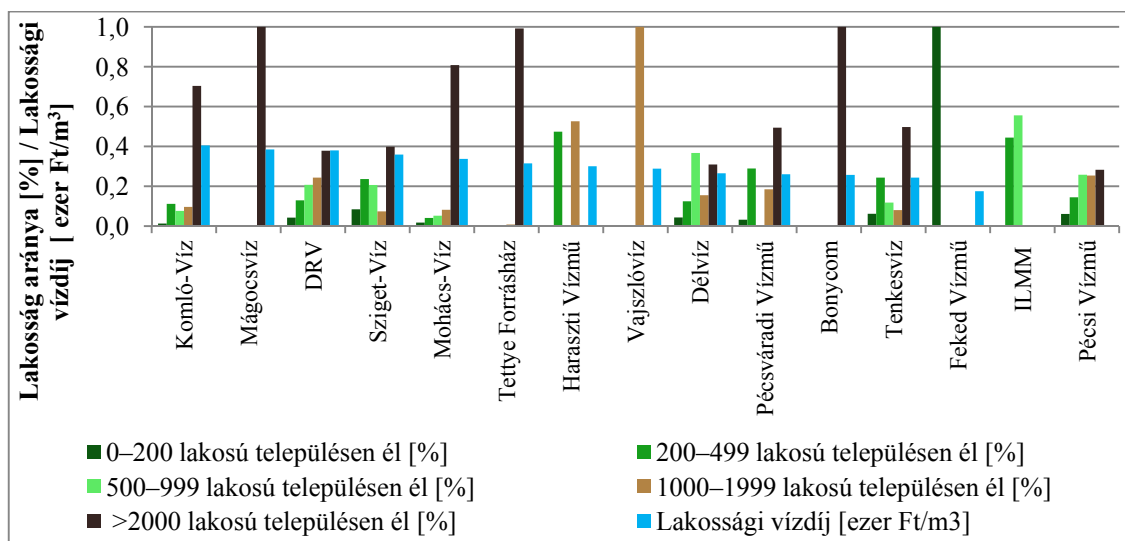
A továbbiakban megvizsgáltam a jellemzően aprófalvas Baranya megye településszerkezetét és vízfogyasztásának jellegzetességeit. A vizsgált vízfogyasztási és a települési adatok a 2010. évre vonatkoznak.

Baranya megye területén a vízellátást 15 vállalat biztosítja, amelyek közül kettő Baranya megyén kívül is szolgáltat. Az egyik, nem csak Baranya megye területén működő cég a Dunántúli Regionális Vízmű, amelynek ellátási területén sokféle típusú település megtalálható, Baranyában is különböző nagyságú településekre szolgáltat. A másik, Baranyán kívülre is termelő vállalkozás a Bonycom Kft. összesen három települést lát el, megyénkben csak Hidas vízellátását biztosítja. A 15, Baranya megyei működési területtel rendelkező vízmű nagymértékben eltérő tulajdonságokkal jellemezhető: az ellátott települések száma 1 és 93 közötti, az ellátott lakólétszám 165-től 161139 főig terjed. Ellátási területén a vizsgált időszakban a csak 1 települést ellátó helyi vízművek kivételével (Vajszlóvíz, Mágocsvíz, Feked-Vízmű Kht.) csak a Tettye Forrásház nem rendelkezett 500 főnél kisebb lélekszámú településsel, három szolgáltató esetében (Szigetvíz, Pécsváradi Vízmű, Tenkesvíz) viszont ekkora településen él az ellátott lakosság több mint 30%-a (lásd 3.4-8. ábra térképe).



3.4-8. ábra: Baranya megyei vízszolgáltatók ellátási területének településnagyság szerinti összetétele.
Forrás: PAPP M. (2011) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

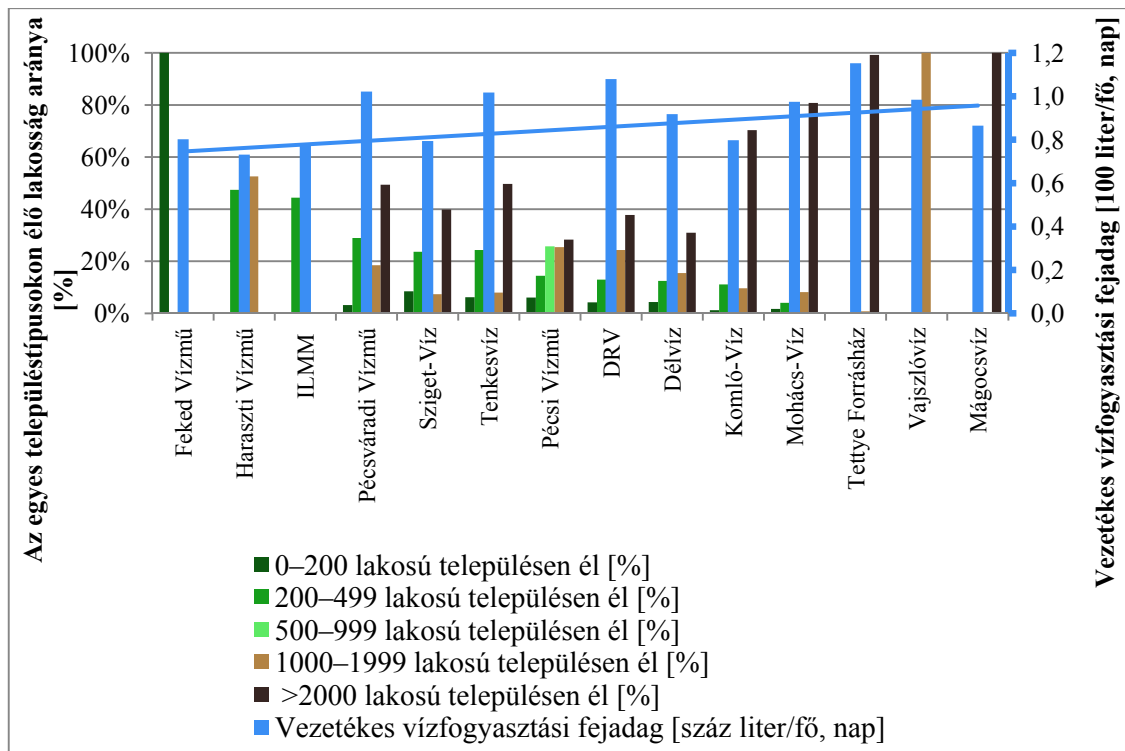
Az aprófalvas térségekben a legalapvetőbb infrastrukturális szolgáltatások biztosítása ugyanúgy törvénytábla kötelessége az államnak/önkormányzatoknak, mint a kedvezőbb helyzetű régiókban. A vízellátás viszonylag magas fogyasztástól független költséghányada miatt a nagyobb településekével azonos minőségű víz szolgáltatása a kistelepülésekben magasabb költségszinten oldható meg (UNGVÁRI G. – KOSKOVICS É. 2011). A 3.4-9. ábra a vízművek településnagyság szerinti szolgáltatási terület összetételét és a lakossági vízdíjat mutatja. A településnagyság és a vízdíj közötti várt összefüggést az ábra nem egyértelműsíti, nem igazolja és nem zárja ki, ennek az összefüggésnek a fennállása további elemzést igényel.



3.4-9. ábra: Településnagyság szerinti összetétel és vízdíjak Baranya megyei vízszolgáltatóknál.
 Forrás: PAPP M. (2011) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2011

A különböző településtípusokon élők arányát és a vezetékes ivóvíz-fogyasztási értékét mutatja a 3.4-10. ábra. A vízművek esetében az 500 fő alatti településen élők száma a diagram vízszintes tengelyén jobbra haladva csökken (2010. évi állapot). A törpe- és aprófalvakban élők számarányának csökkenésével az adott vízszolgáltató ellátási területén a vezetékes vízfogyasztási fejadag kismértékű emelkedést mutat. Az adatok nagy szórása miatt a közvetlen összefüggés nem mondható ki, csak a trend érzékeltetésére alkalmas. A 3.4-10. ábrán figyelemre méltó továbbá a vezetékes vízfogyasztás fejenkénti abszolút értéke. A megyeszékhelyet ellátó Tettye Forrásház kivételével az összes szolgáltatónál az országos átlagérték alatt marad a fejadag. A Tettye Forrásházra az országos átlaggal (113,4 l/fő, nap) közel azonos érték (115,2 l/fő, nap) számolható. A legalacsonyabb fejenkénti vízfogyasztási érték (73,1 l/fő, nap) ugyanakkor az országos átlag 64,4%-a.

A magas arányban aprófalvasként jellemzett Pécsváradi Vízmű és Tenkesvíz vízfogyasztás tekintetében a harmadik és negyedik helyen áll a már említett Tettye Forrásház és a DRV-t követve. Ennek oka a települések etnikai összetétele mellett a magasabb életszínvonal mutatókban kereshető.



3.4-10. ábra: Településnagyság szerinti összetétel és vezetékes vízfogyasztás egy főre jutó értéke Baranya megyei vízszolgáltatóknál 2010-ben.

Forrás: PAPP M. (2011) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2011

Az alapadottságok áttekintése után áttekintettem, hogy különböznek-e egymástól a vízszolgáltatók ellátási területük település-szerkezeti jellemzői alapján. A vízszolgáltatókat két csoportra osztottam, és megvizsgáltam egyes mutatók jellemzőit, eltérését mindkét csoportra vonatkozóan.

Ezt a vizsgálatot kétféle csoportosításra is elvégeztem. Az első esetben a csoportba sorolás alapja az egyes szolgáltatók által ellátott települések száma volt. A határt 8 ellátott településnél húztam meg, ennél több települést ellátó szolgáltatókat neveztem rurálisnak. Egy közepes várost feltételezve egy szolgáltatói területen a 7 másik település népességszáma meghaladva a városét, a falusias vízfogyasztási szokások túlsúlyát eredményezve. Alaposabban tanulmányozva a szolgáltatókat azonban azt tapasztaltam, hogy nem lehet egy település-szám határt kitűzni, amely elválasztja a két szolgáltatói csoportot, mert egyes szolgáltatók

indokolatlanul kerülnek valamelyik csoportba, megváltoztatva ezzel a csoport jellegzetességeit. Más kategorizálási szempontot kerestem tehát.

Mivel a település-szerkezeti jellemzők tekintetében (is) meglehetősen nagy különbségekkel írhatók le az egyes vízszolgáltatók, ezért ebből az új vizsgálatból kimaradtak azok a szolgáltatók, amelyeknek ellátási területe vegyes, egyértelműen egyik csoportba sem sorolhatók be, így a meglevő különbségeket esetleg tompítaná a figyelembe vételük. A célirányosan kiválasztott szolgáltatókat egy a számításhoz definiált új paraméter, a **fogyasztói sűrűség** alapján bontottam két csoportra. Fogyasztói sűrűségnek az ellátásban részesülő fogyasztók számának a vízellátó hálózat hosszúságára vetített értékét [fő/méter] nevezem. A határértéket, amely a két csoportot elválasztja, 0,15 fő/méter értékben határoztam meg, alapozva a gyakorlatban mérhető, valós jellemzőkre. A vizsgálatban résztvevő 66 szolgáltatónak a fele került a 0,15 fő/méternél kisebb fogyasztói sűrűséggel jellemezhető, általam **rurális típusúnak** nevezett, döntően vidékies településeket ellátó **szolgáltatói csoportba**. A 0,15 fő/méternél nagyobb fogyasztói sűrűséggel leírható **urbánus típusú szolgáltatói csoport** döntően városi településeken végzi a vízszolgáltatást.

A vizsgálatba bevontam mind a szolgáltatói, mind a fogyasztói oldalt jellemző mutatókat, főleg fajlagosított paramétereket az ellátott lakosságszámra vagy az értékesített vízmennyiségre vonatkozóan. A paraméterek, amelyek szignifikáns különbséget mutatnak a két csoport esetében:

- vízfogyasztási fejadag;
- vízhálózat hossza/értékesített víz;
- víztermeléshez felhasznált energia/értékesített víz;
- hálózati vízveszteség;
- vízmű termelő kapacitása/ értékesített víz;

További két mutató, amelyek az első felosztás során szignifikánsan különböztek, a fogyasztói sűrűség alapján csoportosított szolgáltatóknál viszont nem:

- vízdíj;
- vízmű termelő kapacitása/ellátott lakosság.

A számítás eredményeit a 3.4-2. táblázat mutatja be.

3.4-2. táblázat: Ellátási területük szerint rurális és urbánus jellegű vízszolgáltatók eltérő jellemzői.
 Forrás: PAPP M. (2011) adatai alapján szerk. Fördöghné M. M. 2012

<i>mutató</i>	<i>rurális terület fogyasztói sűrűség < 0,15 fő/m</i>		<i>urbánus terület fogyasztói sűrűség > 0,15 fő/m</i>		<i>t</i>	<i>sig.</i>
vízfogyasztási fejadag [l/fő, nap]	kisebb	107,504	magasabb	138,818	-8,713	0,000
hálózati vízveszteség [em ³]	kisebb	933,553	magasabb	3675,844	-6,479	0,000
víztermeléshez felhasznált energia/értékesített víz [kWh/m ³]	magasabb	5,725	kisebb	2,938	1,657	0,020
vízvezeték hossza/értékesített víz [m/m ³]	magasabb	0,267	kisebb	0,105	24,965	0,000
vízmű termelő kapacitása/értékesített víz [m ³ /m ³]	magasabb	9,964	kisebb	8,690	2,925	0,012

A számítási eredmények alapján **szignifikáns különbség van** ($t = -8,713$, $sig = 0,000$) rurális és urbánus vízszolgáltatói területen élők **fejenkénti, napi vízfogyasztása** között. A fogyasztókat az urbánus területeken 29,12%-kal magasabb vízfogyasztási fejadag jellemzi, mint a rurális területeken élőket.

A szolgáltatók definiált csoportjai közötti szignifikáns különbségek a vízfogyasztási fejadag és a hálózati vízveszteség¹⁴ esetében a rurális területeken alacsonyabbak, az értékesített vízre vetített villamos energia-felhasználás, az értékesített vízre jutó vízvezeték hossz, illetve vízmű termelő kapacitás tekintetében magasabbak a rurális területeken.

A hálózati vízveszteségben a különbség a rurális területek javára nagy valószínűséggel az abszolút értéken alacsonyabb vezeték hosszúsággal magyarázható.

A víztermeléshez felhasznált energia és a vezeték hossz értékesített vízmennyiségre fajlagosított nagyságának magasabb értéke a falusi területek vízellátása esetén a területi sajátosságokból, a fogyasztói sűrűségbeli különbségből adódik. A vízellátás biztosításához szükséges energia egy része független a termelt víz mennyiségétől (pl. a hálózati nyomás tartásához szükséges energiamennyiség stb.). Ezért, ha az értékesített vízmennyiség kisebb a fogyasztók alacsonyabb száma és az előzőekben megállapított alacsonyabb fejenkénti vízfogyasztása miatt, akkor a fajlagos energiafelhasználás magasabb értéket vesz fel. A vezeték hossz rurális térségekben az alacsonyabb népsűrűség miatt lesz nagyobb, az értékesített vízmennyiség az előbb említett

¹⁴ a termelt és az értékesített víz különbsége; okozója lehet a vízellátó hálózat műszaki állapota, üzemeltetési viszonyai, illetve a vízfogyasztás elszámolásának differenciái

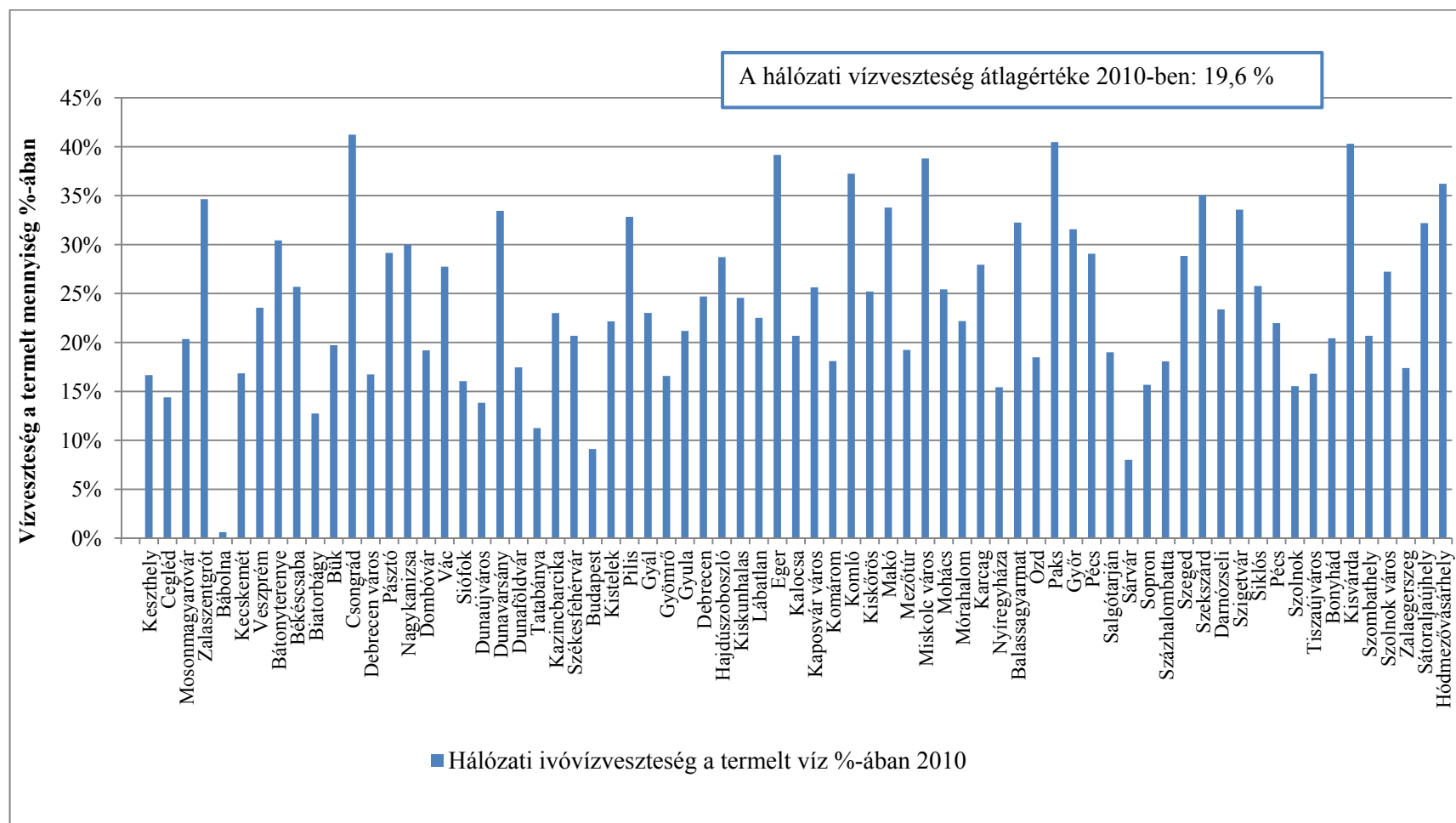
okok miatt kisebb, így a fajlagos értéket meghatározó hányados számlálója és nevezője is az arány magas értékéhez vezet a kis fogyasztói sűrűségű területeken.

A vízmű termelő kapacitásának fajlagos nagysága, az ebben mérhető differencia a két ellátási terület-típus között a fejlesztések hatására alakult a most megállapított formára. A városi területeken valószínűleg a növekvő távlati igények kielégítésére is alkalmas nagyságra méretezték a vízműveket.

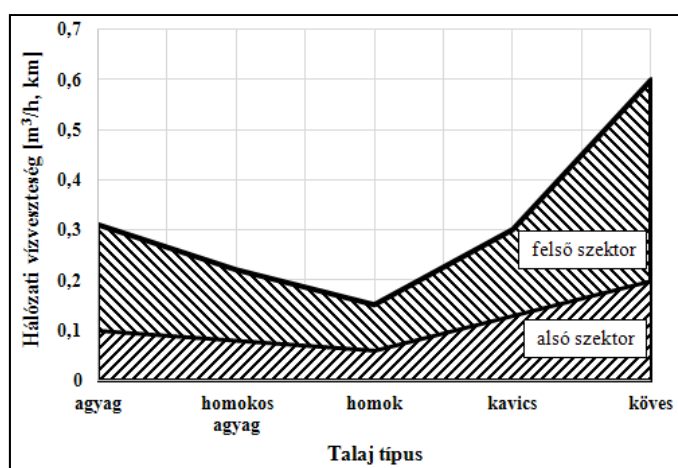
3.5. A hálózati vízveszteség

A fenntarthatóság érdekében csökkentett vízfogyasztásnál potenciális víz megtakarítást jelenthet a hálózati vízveszteség mérséklése, tekintve, hogy a kitermelt víz jelentős hányada nem jut el a fogyasztókhoz, illetve nem kerül részükre kiszámlázásra. A hálózati vízveszteség értéke Magyarországon 2010-ben 19,6% volt (ld. 3.5-1. ábra). Ezzel az értékkel Európa középmezőnyében helyezkedünk el. A vízellátó hálózatokban kialakuló szivárgások miatt egész bolygónk viszonylatában naponta 45 millió m³ vizet veszítünk el – ez hozzávetőlegesen 200 millió ember vízigényét tudná fedezni (Világbank 2006-os adat). Ennek a veszteségnek az egyik fő forrását a vezetékek-meghibásodások, szivárgások, és a felderítésükig tartó hosszú idő jelentik. A csővezeték-hibák oka sok esetben a hálózatban előálló nyomáslengés, mint mechanikai igénybevétel a csővezeték anyagára. A vízhálózati nyomás alacsony értéken tartása hasznos mind a hálózat szolgáltatói, mind fogyasztói oldalán, utóbbi esetben az alacsonyabb vízfogyasztás elősegítője is lehet, a csaptelepek kifolyóin érvényesülő kisebb „hajtóerő”.

A hálózati vízveszteségeket meghatározó, főleg műszaki tényezők (csőcsatlakozások vízzárósága, vezetékek kora, nyomásingadozások stb.) mellett német szakemberek kb. 800 vízellátó üzem tapasztalatai alapján a talajtípust is meghatározónak ítélik (ld. 3.5-2. ábra).



3.5-1. ábra: A termelt és értékesített víz különbsége magyarországi szolgáltatóknál 2010-ben.
Forrás: PAPP M. (2011) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.5-2. ábra: Az ivóvízhálózat fajlagos vízvesztése a talajtípus függvényében.
Forrás: SOLTÍ D. 1994.

Tekintettel a hálózati vízvesztés jelentős mértékére a kitermelt víz mennyiségén belül megvizsgáltam a rá ható tényezők körét. Lineáris regresszióval ellenőriztem a lehetséges műszaki, területi és egyéb, az adatbázisomban számmal leírható paraméterek és a hálózati vízvesztés kapcsolatát.

A modellben maradt változók, amelyek szignifikánsan hatnak a hálózati vízvesztés nagyságára: értékesített ivóvízmennyiség, vízfogyasztási fejadag, ellátott települések száma.

A 3 szignifikánsan ható független változó ($F = 1723,082$, $\text{sig} = 0,000$, ld. 19. sz. melléklet) által megmagyarázott hányad nagyon magas, 79,9%. A három változó közül a legerősebb hatása az **értékesített víz mennyiségének**, ezzel mintegy a szolgáltató méretének van a hálózati vízvesztésre, **szignifikáns, erős pozitív hatású** (ld. 3.5-1. táblázat). A pozitív jelző csak a statisztikai összefüggést fejezi ki, mivel a nagyobb értékesített vízmennyiség nagyobb hálózati vízvesztést eredményez. Kisebb hatással, szintén pozitívan, veszteség-növelő irányba befolyásolja a hálózati vízvesztés értékét az ellátott települések száma. Az egyetlen negatívan ható paraméter a vízfogyasztási fejadag, ez szignifikáns, gyenge negatív hatású.

Összességében a hálózati vízvesztésről elmondható, hogy erősen vízfogyasztás-érzékeny.

3.5-1. táblázat: A hálózati vízvesztésre ható paraméterek erőssége, iránya.

Forrás: Forrás: PAPP M. (1996-2011) adatai alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	311,467	185,917		,094
	Értékesített ivóvíz (ezer m ³)	,220	,004	,860	,000
	vízfogyasztás - liter/fő/nap	-5,149	1,514	-,047	,001
	ellátott települések száma	18,349	1,187	,196	,000

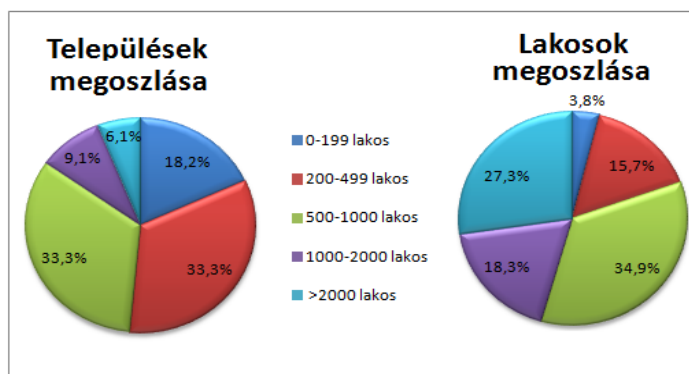
a. Dependent Variable: hálózati vízvesztés

3.6. Kistelepülések vízi infrastruktúrájának jellemzői (esettanulmány)

A vízellátás sajátosságait mind fogyasztói, mind szolgáltatói oldalon meghatározzák a települési környezet adottságai. Ennek részleteit vizsgáltam meg egy Baranya megyei kistelepüléseket ellátó szolgáltató példáján.

Az adott szolgáltató egy regionális vízmű részeként, annak egy üzemigazgatóságaként műszaki adatait tekintve szerepel a MAVÍZ adatok sorai között, azokba beszámításra került. A részletes adatok birtokában azonban sokkal nagyobb felbontású kép rajzolható a vízszolgáltatóról, előtűnnek olyan kisebb eltérések is, amiket a nagyvállalat összevont jellemzői eltakarnak.

Az elemzést a 2010. év adataival végeztem. A szolgáltató 33 települést lát el (ebből 2 város, 4002, illetve 2467 lakossal), a településeken összesen 23715 fő él. A legkisebb falunak 119 lakosa van, a falvak népességszámának átlaga 719 fő. A 33 település közül csak 5-nek nagyobb a lakószáma 1000-nél. A települések és a lakosok számát, megoszlásának arányát a már ismertetett településtípusokon a 3.6-1. ábra mutatja.



3.6-1. ábra: A települések, lakosság megoszlása a különböző településnagyságok között a vizsgált szolgáltatónál 2010-ben.

Forrás: KSH¹⁵ adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2013

A terület 26 települése a mohácsi, 7 a siklói kistérséghez tartozik. A domborzati viszonyok tekintetében a mohácsi kistérséghez tartozó települések közül kettő, ha nem is földrajzi, de vízi infrastruktúra szempontból nem minősíthető sík vidéknek. A lankás tájakon a vízellátás, szennyvízelvezetés költségei eltérőek a síkvidékiektől mind a beruházás, mind az üzemeltetés fázisában, ez valószínűleg a rendszer kiépítésére is hatással volt. A Siklós-közi településeknél a reliefenergia magasabb, mint a többi területen, a víziközművek kifejezetten dombvidéki jellegű térségekben haladnak.

¹⁵ www.ksh.hu/docs/hun/hnk/Helysegnevkonyv_adattar_2010.xls

3.6.1. Vízellátó rendszer kistelepülési térszerkezetben

Vezetékes vízellátással mindegyik falu rendelkezik, a rákötési arány is kedvező, a települések belterületén 99%-ban legalább az udvarba bevezették a vizet. 5 település nem a vizsgált, hanem másik szolgáltatótól kapja a vezetékes vizet, az esettanulmányban elemzett szolgáltató ezekben a falvakban csak szennyvízelvezetést végez. 8 település rendelkezik önálló vízművel, 20 település a szomszédjaival közös ellátó hálózatról kapja a vezetékes vizet, összesen 5 társulástól, amelyeknek egyenként 2, 2, 3, 5, illetve 8 település a tagja. Külsőterületeken, ahova gazdaságtalan a vízvezeték meghosszabbítása, saját kutakból szerzik be a vizet.

Érdekes sajátossága a területnek, hogy több falu mellett állnak pincesorok, ahol szintén megoldott a vezetékes vízellátás (csatornázás nem), emiatt a vízbekötések száma jóval – a közületek, többmérés ingatlanok számát meghaladóan – nagyobb, mint a lakóházak száma. A településeken az egy lakásra jutó lakók száma átlagosan 2,33 fő, a legkisebb érték 1,45 fő/lakás, a legnagyobb 3,07 fő/lakás. Ez a fajlagos vízfogyasztás nagysága szempontjából nem elhanyagolható tényező, mivel az 1–2 fős háztartásokban nem arányosan alacsonyabb a vízfogyasztási fejadag, mint a többtagú háztartásoké. Ennek magyarázata az, hogy az alap vízfogyasztás egy része (pl. mosás, takarítás stb.) közel ugyanannyi abszolút értéken az 1 fős háztartásban is, mint a nagyobbban.

A vízfogyasztási fejadagok vizsgálatakor néhány település esetén kiugró értékek adódtak. Az okokat keresve mindegyik esetben a településen folyó nagy volumenű termelő tevékenységre lehetett rábukkanni (tehenészet, vágóhíd, kavicsmosó útépitéshez stb.). Ezeknek a termelő egységeknek a vízfogyasztási adatait felderítve és a településen értékesített víz mennyiségéből levonva egyenletes adatokat kaptam a fejenkénti vízfogyasztás értékére. Mindemellett elgondolkodtató a vezetékes ivóvíz felhasználása a termelő ágazatokban. Volt olyan üzem, amelyiknek van saját kútja, de az új EU-normáknak nem felel meg a kút vizének minősége (a tehenészet céljaira), és a költséges vízkezelő rendszer kiépítése helyett a községi vezetékes víz használata mellett döntöttek. Egy másik esetben a közelben épülő autópálya technológiai vizét biztosította a falu vízellátó rendszere. Arról nem sikerült információt beszerezni, hogy az ipari vízigények kielégítésekor a faluban elegendő volt-e a lakosságnak szolgáltatott víz mennyisége, nyomása. Ez egyrészt a vízmű termelőkapacitásának „alapjáratú”, csak a falut ellátó üzemelése esetén érvényes kihasználtságáról, kiterheléséről rajzolhatna képet, másik oldalon a működő kút közelében észlelhető vízutánpótlást jellemezhetné.

3.6.2. Szennyvízelhelyezés – a kistelepülések megoldásai

A 33 település közül 12 nem rendelkezik kiépített szennyvízcsatorna-hálózattal, ezek közül kilencnek a lakószáma kisebb 500 főnél. A meglevő szennyvízelvezető rendszereket többségében az egymással szomszédos helységek közösen alakították ki, ezekbe a közös rendszerekbe 2, 4, 4, illetve 6 település társult össze, háromnak volt önálló szennyvízelvezetése. A vizsgálat évében 2 település esetében nem az elemzésben érintett szolgáltató üzemeltette a szennyvízelvezető rendszert. A 19, a vizsgált szolgáltatóhoz tartozó helység esetében az elvezetett szennyvizet mechanikai és biológiai tisztítással is kezelték.

A rákötési arány a kiépített szennyvízvezetékkel rendelkező településeken átlagosan 75,1%, 51,8 és 96,6% között változik. A személyes kikérdezés alapján ez az arány az elemzési időszak, 2010 óta jelentősen javult a talajterhelési díj nagyarányú emelkedése miatt.

A vízi infrastruktúra terjedésére ható tényezők sokféleségének egy újabb példáját tapasztalhattam meg a rákötési arányra vonatkozó adatgyűjtés során. Szociális, de akár politikai jellegű befolyásoló tényezőnek is minősíthető az az állapot, hogy volt olyan helység, ahol a 70 év fölötti lakosoknak a szennyvízelvezető rendszer elkészülte után nem volt kötelező rácsatlakozni a hálózatra, rosszul értelmezett szociális szempontokkal magyarázva a felmentést.

3.6.3. A víziközművek kistérségi – megyei – országos jelzőszámai

Az elemzett vízszolgáltató területén belül a különböző csoportosítások után 1–1 területre csak kevés számú helység jut, emiatt a szolgáltatón belüli különbségek kimutatására nem célszerű felhasználni a konkrét szolgáltatóról összeállított adatbázist. A tanulmányban szereplő szolgáltató viszont jól reprezentálja a kistelepüléseket ellátó víziközműveket, így alkalmas a saját megyére kalkulált, illetve az országos átlagokkal történő összehasonlító elemzésre.

Fajlagos (lakosságszámra, értékesített/elvezetett vízmennyiségre, hálózathosszúságra vetített) területi, műszaki, gazdasági környezeti mutatók képzésével és összehasonlításával kíséreltem meg elhelyezni a jellemzően kis falvakba, városkákba vizet szolgáltató vállalkozásokat a magyar víziközmű ellátás rendszerében. Az első levonható következtetések között szerepelt, hogy a víziközművek fejlettségének komplex jellemzésére általánosan használt elsődleges közműolló mutató a szokványos értelemben itt nem alkalmas minősítésre. A több kistelepülést kiszolgáló rendszereknél ugyanis a helységen belüli gyűjtővezeték hálózat és a helységek közötti, a közös szennyvíztisztítóhoz kiépített csatlakozó vezetékek hosszúságának aránya a lakott területek kiterjedéséből, egymástól mért távolságukból adódóan adódóan összemérhető,

így nem ad reális képet a két közmű kiépítettsége közötti eltérésekről. Annak ellenére van ez így, hogy a vízmű-rendszerek is döntően több falut összekötve épültek ki, de mivel a vízbeszerzés helye távol esik a szennyvíztisztítótól, így egyik település esetében a vízhalózat hossza nő meg nagyobb mértékben a külterületi vezetékszakasz hosszával, a másiknál pedig a csatornahálózaté. A víziközművek egymáshoz viszonyított kiépítéséről így a másodlagos közműhálózat nyújt képet.

A települések 100%-a rendelkezik vezetékes vízellátással, a rákötési arány országosan 95%, a vizsgált szolgáltató területén 86,8%. A csatornázatlan települések aránya a tanulmányban vizsgált szolgáltató ellátási területén belül 36%-os, ami jóval kedvezőbb a 45%-os országos értéknél, illetve a Baranya megyére vonatkozó 76,7%-nál (utóbbi arányok szintén 2010. évi adatok, PATAKI ZS. 2011).

A vizsgált szolgáltatónál a termelt víz 42%-a került szennyvízcsatornán elvezetésre, országos átlagban ez 80%. A csatornázatlan települések szempontjából kedvező helyzet ellenére az elvezetett szennyvíz alacsony hányada köszönhető egyrészt az alacsony rákötési aránynak (75,7%), másrészt a már említett, a lakossági fogyasztással összemérhető, helyenként azt meghaladó termelési/ipari célú vízfelhasználásnak, amely külön kerül elhelyezésre.

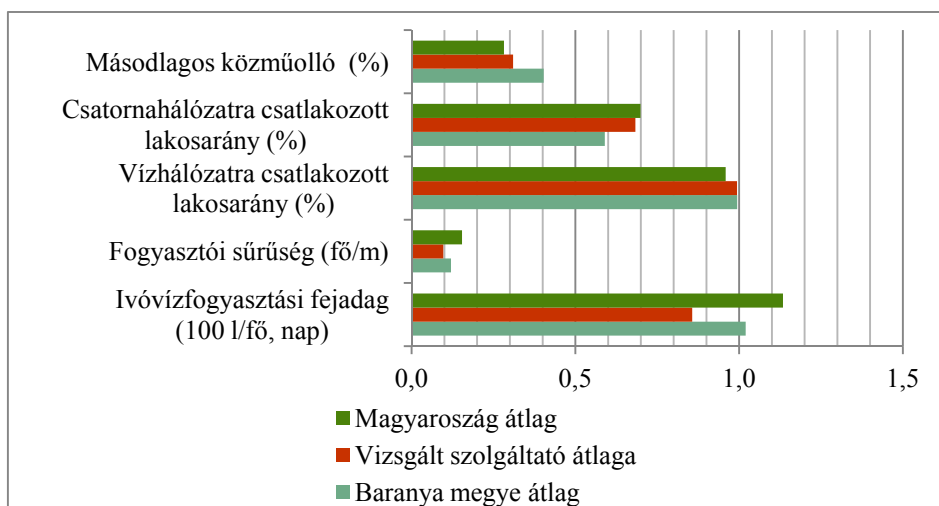
A szennyvíztisztító kapacitásra országosan jellemző, hogy nincs összhangban a kiépített szennyvízelvezető rendszerek hozamával, helyenként a tisztítóművek túlterheltségéről, másutt alulterheltségéről beszélhetünk. Az összehangolatlanság a vizsgált szolgáltató területén is érzékelhető, a kiépített biológiai szennyvíztisztító kapacitás 60%-a a mechanikainak¹⁶, ez hozzávetőlegesen (a napi szennyvízhozam ingadozásától függően) elegendő a teljes szennyvízmennyiség fogadására, a mechanikai fokozat túlméretezett.

A közcsontrán elvezetett szennyvizek kezelése szempontjából a terület megfelel a környezetvédelmi elvárásoknak, a csatornahálózatra csatlakozó lakásarány viszonylatában azonban nem, ahogy ez országosan igaz a másodlagos közműhálózat 22,3% értéke alapján.

A lakossághoz kapcsolódó jelzőszámok összehasonlító sávdigramját a 3.6-2. ábra mutatja.

A lakossági vízfogyasztásból számolható fejenkénti értékek átlaga – 85,7 l/fő, nap – 16%-kal marad a Baranya megyei, 24%-kal az országos vízfogyasztási fejadag értéke alatt, 59 és 115 l/fő, nap értékek között változik az egyes települések esetében. 100 l/fő, nap fölötti érték csak 2 település esetén alakult ki, a vízfogyasztási fejadag adatsor mediánja 82,2 l/fő, nap, azaz az alacsonyabb értékek jellemzőek több településre.

¹⁶ a csak mechanikai fokozattal történő szennyvíztisztítás sem a közegészségügyi, sem a környezetvédelmi követelményeknek nem felel meg;



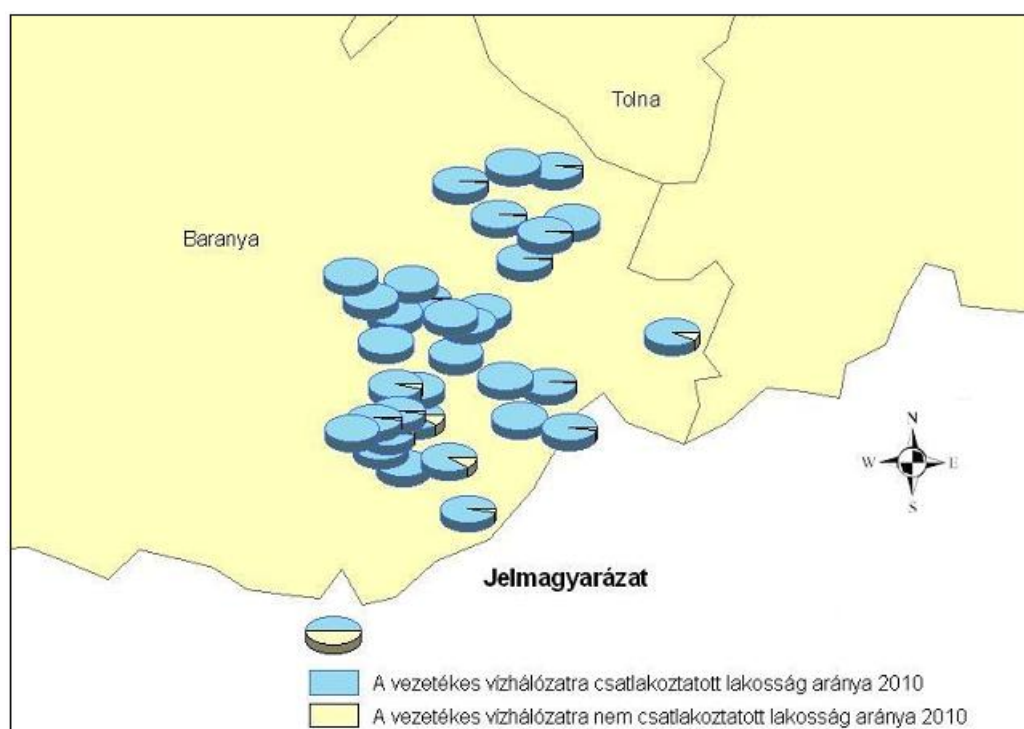
3.6-2. ábra: Kistépeléseket ellátó szolgáltatói, Baranya megyei és országos átlagadatok.
Forrás: saját felmérés alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A fogyasztói sűrűség átlagértéke Baranya megyében 0,12 fő/m, az országos átlag 0,154 fő/m (a határvonalon fekszik), a vizsgált szolgáltató esetében 0,097 fő/m, így az előző fejezetekben definiált fogalom alapján (is) rurális terület lát el a vizsgált szolgáltató. Az ide tartozó 33 település közül 2-ben haladja meg a vízellátó rendszer mentén mért fogyasztói sűrűség a rurális/urbánus határként meghatározott 0,15 fő/méter értéket, az egyik a terület legnagyobb települése (kisváros), a másik a községek között a legnagyobb. A térség másik kisvárosa esetében a fogyasztói sűrűség alulról súrolja a határértéket. Elmondható tehát, hogy a választóvonalként megadott határérték a gyakorlattal összhangban van.

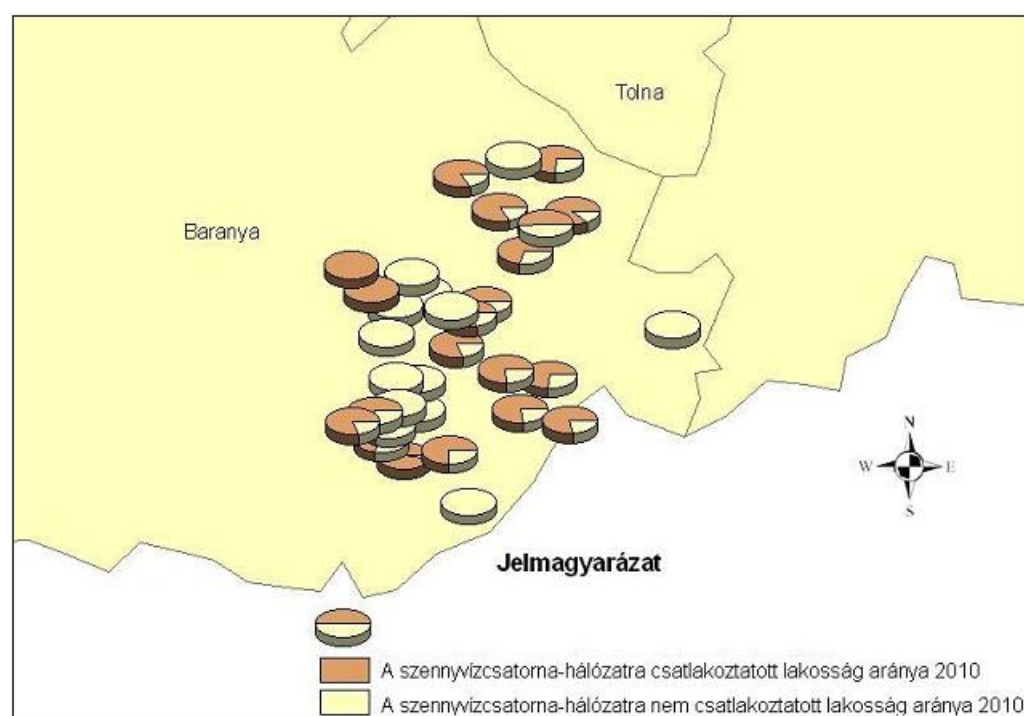
A vízhálózatra csatlakozott lakosság aránya az elemzett vizsgált szolgáltatónál és Baranya megyében közel azonos, 99,3 illetve 99,4%, az országos átlag 95,9%. Mindhárom területről megállapítható, hogy a közműves ivóvízellátás extenzív fejlesztési szakasza lezárult, tartalékok még a szolgáltatás minőségének fejlesztése terén lehetnek.

A szennyvízcsatorna-hálózatra csatlakozott lakosság aránya a vizsgált szolgáltatónál kevéssel az országos átlag alatt áll, 68,3% és 69,9%, Baranya megyében aránya alacsonyabb, 59%. Ebből adódóan a másodlagos közműoltó (MKO) is hasonló arányokkal bír a három összehasonlított terület átlagában: a vizsgált területen 31%, országos átlag 28,2%, Baranya megyében 40,3%. Az elemzett szolgáltató és Baranya megye közötti különbség a csatornára csatlakozott lakosság, MKO arányában arra enged következtetni, hogy az elemzés tárgya nem a legfejletlenebb vízszolgáltató a megyében. A víz és szennyvízhálózatra csatlakozott lakosság arányát településenként a 3.6-3. és 3.6-4. ábrák mutatják.

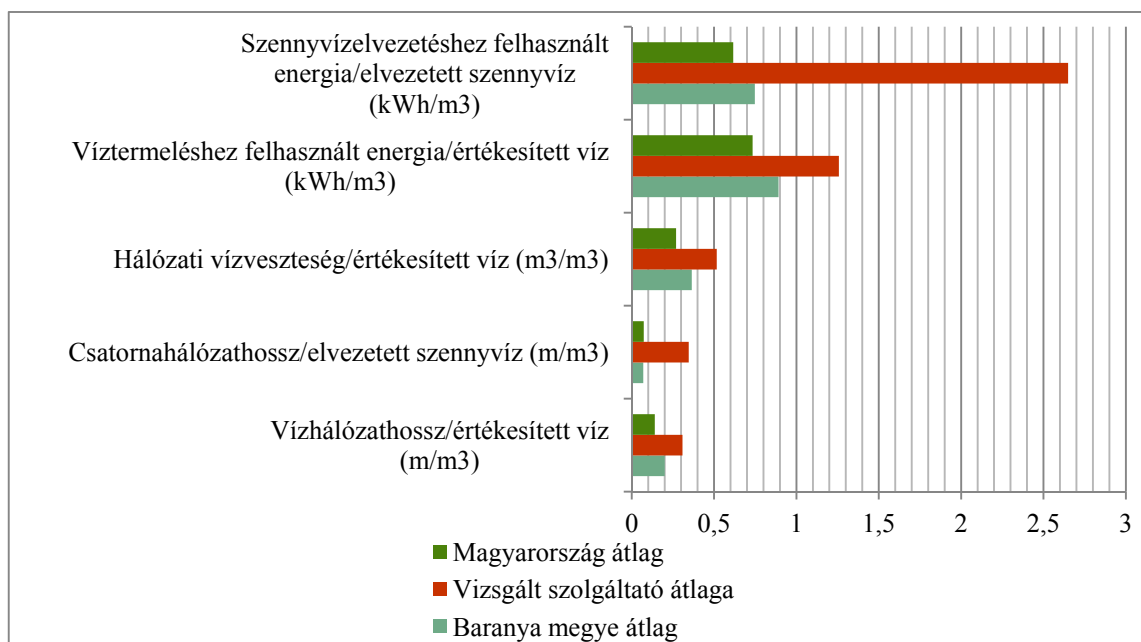
Az ellátó hálózatok jellemzőinek összehasonlítása a 3.6-5. ábrán látható.



3.6-3. ábra: A vezetékcsatlakoztatott lakosság aránya az össznépességből településenként 2010-ben.
 Forrás: saját felmérés alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.6-4. ábra: A szennyvízcsatlakoztatott lakosság aránya az össznépességből településenként 2010-ben.
 Forrás: saját felmérés alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



3.6-5. ábra: A vízellátás egyes jellemző mutatói.
Forrás: saját felmérés alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

Az értékesített vízmennyiségre jutó vízellátó hálózat-hossz a fogyasztói sűrűséggel arányos mérőszám, egyben hatással van a rendszer működési költségeire is. Értéke ($0,31 \text{ m/m}^3$) jelentősen meghaladja mind az országos ($0,14 \text{ m/m}^3$), mind a megyei átlagértéket ($0,2 \text{ m/m}^3$).

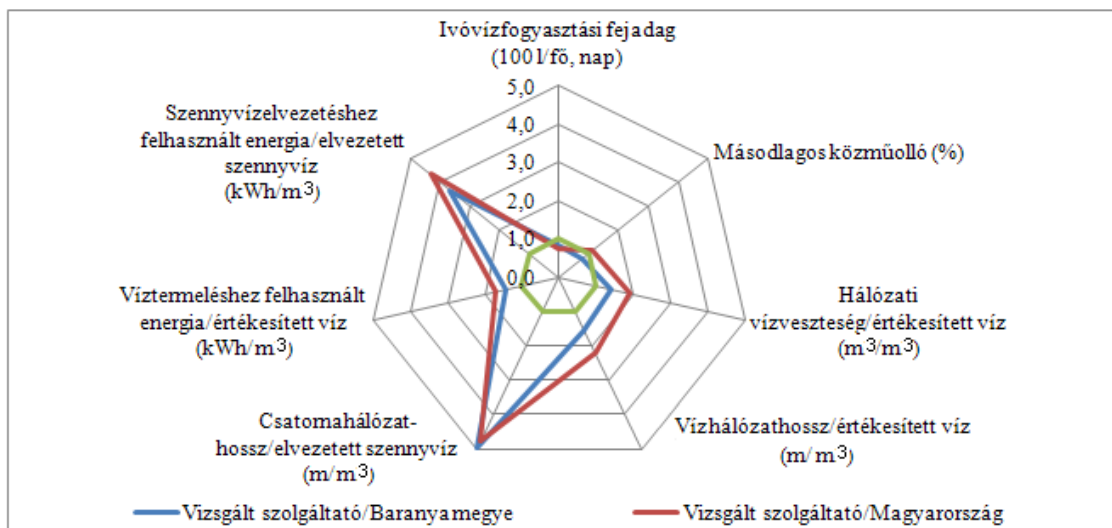
A vizsgált szolgáltató esetében mind a fajlagos hálózathossz, mind a működtetéshez szükséges energia és a fajlagos hálózati vízvesztés is meghaladja a megyei és az országos átlagértékeket. Ez a település-szerkezetből, a földrajzi tér sajátosságaiból adódik, amely utóbbiba beletartozik a térszerkezeti és gazdasági okok alapján választott műszaki megoldás is az ellátó hálózatok kiépítésére.

Az érintett településeken a szennyvíz kezelésére alkalmazott eljárás a ma legelterjedtebb technikai innovációt képviseli, a mesterséges biológiai szennyvíztisztító rendszer eleveniszapos¹⁷ változatának felel meg. A 3.6-6. ábrán a kistépülési környezetben a szennyvíztisztításhoz szükséges energia kiugró értéke azt indokolja, hogy ilyen település-szerkezet esetén megfontolásra kerüljön a természetes vagy természetközeli biológiai

¹⁷ az eleveniszapos szennyvíztisztítás a természetes vizekben zajló öntisztulási folyamatok analógiájára működik; a szennyvíz szerves anyag tartalmát – ami tápanyagként szolgál – mikroorganizmusok bontják le, amelyek együtt mozognak a tápanyaggal és az oxigénnel; utóbbit a mikroorganizmusok életfeltételeinek javítására mesterségesen juttatjuk be, ennek a kivitelezése (levegőbekeverő rotorok meghajtása) nagy mennyiségű villamos energiát igényel

szennyvíztisztítási módok (faültetvényes, tavas, gyökérszén, szűrőmezős stb. szennyvíztisztítás) alkalmazása.

A 3.6-6. ábra az összehasonlítás eredményeit foglalja össze a vizsgált szolgáltató és Magyarország, illetve Baranya megye átlagértékeivel képzett hányadosok segítségével. Néhány kiemelt mutató országos és megyei átlagtól mért eltérése olvasható le pozitív és negatív irányban, az átlaggal való egyezést a zöld színű hétszög jelzi.



3.6-6. ábra: Kistérségi vízszolgáltató egyes vízellátási alapadatainak eltérése a megyei és országos átlagtól.
Forrás: saját felmérés alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

Látható, hogy csak az ivóvíz-fogyasztási fejadag esetében marad a vizsgált szolgáltatóra vonatkozó érték alatta mind a megyei, mind az országos átlagnak. A másodlagos közművesztés esetében az elemzett szolgáltató értéke a másik két átlag közé esik. Mindkét mutatónál elmondható azonban, hogy nem különböznek nagyságrenddel a megyei, illetve az országos átlagtól. A legjobban eltérő paraméter, a fajlagos csatornahálózat-hossz értéke ezzel szemben közel ötszöröse mind a megyei (495%-a), mind az országos átlagnak (474%-a). A második legnagyobb eltérést mutató tényező a szennyvízelvezetéshez szükséges fajlagos energiamennyiség értéke, a megyei érték 364%-a, az országos érték 430%-a.

A vízvezetékhez kapcsolódó jelzőszámok eltérése szintén jelentősnek mondható, de a differenciák kisebbek a szennyvízelvezetésben mérhetőknél:

- a fajlagos vízvezeték-hossz 154%-a a megyei, 220%-a az országos átlagnak;
- a fajlagos energiaszükséglet 141%-a a megyei, 171%-a az országos átlagnak.

Elemmezve a KSH háztartásoknak szolgáltatott ivóvízre vonatkozó adatait az esettanulmányban is vizsgált 2010. évre a városok, illetve a falvak egy főre jutó napi vízfogyasztása között 8,2%-os különbség mutatkozik¹⁸. Az esettanulmánnyal összevetve ezt az eredményt az látható, hogy a jellemzően kistelepülésekből álló régiók vízfogyasztási adatai még inkább eltérnek az átlagos megyei és országos adatoktól. Ez az eredmény is a finom felbontású, településszintű adatok gyűjtése melletti érv, az ilyen adatbázisok nem fedik el a statisztikai átlagképzéssel a meglevő, de kisebb különbségeket.

3.6.4. Összkép egy kistelepüléseket ellátó víziközmű szolgáltatóról

Kistelepülési környezetben a település-szerkezetből adódóan a vízi infrastruktúra fogyasztói és szolgáltatói oldalán is jelentős különbségek tapasztalhatók. Az ökológiai fenntarthatóság szempontjából kedvező a 16–24%-al alacsonyabb vízfogyasztás (megyei és országos átlaghoz viszonyítva). Ehhez hozzá kell fűzni, hogy a kisebb vezetékes vízfogyasztás sok esetben egészül ki saját forrásból beszerzett vízzel (a személyes adatgyűjtés során kiderült, hogy az ilyen alternatív beszerzésű víz gyakran jut – illegálisan – a szennyvízelvezető hálózatba).

Tapasztalat szerint a helyi ellátó hálózatok kapacitása relatív jelentős nagyságú (a települési kommunális fogyasztás 50–250%-ának megfelelő) termelési célú vízigényt is ki tud elégíteni.

A vizsgált szolgáltató a vízi infrastruktúra kiépítettsége tekintetében a megyéhez és az országhoz hasonló, átlagos helyzetű, egy esetben mérhető jelentős különbség, a csatornára csatlakozók aránya 14%-kal magasabb a megyei átlagnál. Tartalék főleg a kiépített csatornahálózatra történő rákötés arányában van.

A kisebb lakószámú falvak többsége mind a vízellátást, mind a szennyvízelvezetést közös hálózat kiépítésével oldja meg, ami a beruházási költségeket (valószínűleg) csökkenti, üzemeltetése viszont költségigényesebb. A nagy különbségek főleg a szennyvízelvezetéshez kapcsolódó paraméterekben mutatkoznak meg.

Az elemzéshez végzett kérdőíves és személyes információgyűjtés a műszaki adatokon túl számos háttér-információt adott, amelyek segítették az elemzések kiértékelését.

Az esettanulmány megírása előtt azzal a feltételezéssel éltem, hogy a falvak, egyfajta antropogén ökoszisztéma módjára harmonikusabban illeszkednek természeti környezetükbe, mint a városok. A feltevés részben igazolódott, amennyiben a fogyasztás nagysága visszafogottabb, mint városi környezetben (bár ennek okai sokrétűek), a civilizációs technikai

¹⁸ http://www.ksh.hu/docs/hun/xtabla/infrastruk/tablti10_12.html

vívmányok terén viszont a mai állapot szerint nem mindig a leginkább környezetbe illő megoldások kerülnek alkalmazásra. Ezeknek víz- és szennyvízközműves agglomerációknak, kistérségi társulások által telepített településközi ellátó rendszereknek a településeken kívüli építési munka igénye mellett az is problémája, hogy magas a működtetéshez szükséges energia, és ennek fenntarthatósága mind a közösség anyagi lehetőségei, mind a környezet szempontjából bizonytalanná válhatnak.

4. A vízi infrastruktúra és a természeti környezet egymásra hatása

A víz, mint nélkülözhetetlen erőforrás a létfenntartáshoz és a termeléshez is a természetből meríthető. Természeti környezetünk terhelésével a hozzáférhető víz minősége is romlik, függvényében annak, hogy a felhasználás után a víz milyen hatékonyságú tisztítás után kerül vissza a befogadóhelyre. Ebben a civilizáció indukálta körfolyamatban nagy jelentőségű a vízi infrastruktúra mindkét oldalának megléte. A közműöllő e két ág kiépítettségének összehangoltságát írja le, megmutatja különbséget a közműves vízellátással és a csatornahálózatra történt csatlakozással rendelkező lakosság aránya között. Egyszerűbb értelmezésben az egy kilométer ivóvízvezeték-hálózatra jutó szennyvízcsatorna-hálózat méterben megadott hosszát jelenti – ez az ún. **elsődleges közműöllő** (a továbbiakban EKO). Értékelésénél figyelembe kell venni az ellátott terület adottságait is. Egy adott területen ugyanis a lakók 100%-ának mindkét szolgáltatást biztosítva is adódhat eltérő érték a két külön nyomvonalon vezetett hálózat hosszára, illetve a ritkán lakott területeken gazdaságossági okok miatt az egyik vagy másik rendszer kiépítése elmaradhat, esetleg egyes fogyasztók nem ugyanahhoz a szolgáltatóhoz tartoznak a két közművet (vízellátó rendszer és a szennyvízcsatorna-hálózat) illetően.

A környezetre többlet szennyvízterhelést jelentő, vízi infrastruktúrával aszimmetrikusan ellátott lakosság arányáról a **másodlagos közműöllő** (a továbbiakban MKO) ad pontosabb képet. A másodlagos közműöllő megmutatja a vezetékes ivóvízellátó hálózatba, illetve a szennyvízelvezető hálózatba bekapcsolt népesség, lakások arányának különbségét.

A KSH-adatok a másodlagos közműöllőt az egyik vagy másik hálózatra rákötéssel rendelkező *lakások* arányának különbségeként határozzák meg, a MAVÍZ adatokban a vezetékes vízzel vagy csatornaszolgáltatással ellátott *lakosság* száma szerepel, ezek összlakossághoz viszonyított arányának különbségéből képezhető a közműöllő. A kétféle meghatározás a közműöllő számértékében okozhat kismértékű eltérést, de a változások tendenciája értelemszerűen azonos mindkét számítási mód esetében.

A továbbiakban a csak közműöllő kifejezés használata az aszimmetrikusan kiépített vízi infrastruktúrára általában vonatkozik.

A csak csatornacsatlakozással rendelkező lakások esetében a lakásban lakók számát ismerve meghatározható még a keletkező szennyezőanyag közelítő értéke, amelyet a mérnöki

gyakorlatban lakos-egyenértékkel szoktak kifejezni, és megmutatja a szennyvíz befogadó szennyezésének mértékét KOI¹⁹-ben.

A közműöllő nyílásának megyékre vonatkozó adatait mutatja a 4-1. táblázat. Megyei bontású adatok 1985 után nem állnak rendelkezésre, az országos mutatókat 1970 és 2010 között a 4.1-1. ábra mutatja.

4-1. táblázat: A víziközművek és az elsődleges közműöllő jellemzői 1970-ben és 1985-ben.
Forrás: KSH adatok alapján saját szerk. Eördöghné M. M. 2012

<i>Megye/év</i>	<i>Vízvezeték-hálózat hossza [km]</i>		<i>Csatornahálózat hossza [km]</i>		<i>Elsődleges közműöllő [m/km]</i>	
	1970	1985	1970	1985	1970	1985
Bács-Kiskun	1079,5	2668,0	193,4	526,0	179,2	197,2
Baranya	1176,0	1838,0	329,5	595,0	280,2	323,7
Békés	948,7	2412,0	82,8	415,0	87,3	172,1
Borsod-Abaúj-Zemplén	1 228,3	2 893,0	544,1	946,0	443,0	327,0
Budapest	3 383,8	4 139,0	2 191,3	3 023,0	647,6	730,4
Csongrád	1 529,6	2 004,0	183,8	453,0	120,2	226,0
Fejér	627,3	1 903,0	215,9	550,0	344,2	289,0
Győr-Moson-Sopron	583,0	1 417,0	222,5	436,0	381,6	307,7
Hajdú-Bihar	938,1	2 389,0	186,5	351,0	198,8	146,9
Heves	643,7	1 702,0	256,6	455,0	398,6	267,3
Komárom-Esztergom	792,5	1 374,0	224,3	411,0	283,0	299,1
Nógrád	321,0	1 009,0	114,3	255,0	356,1	252,7
Pest	1 274,0	4 511,0	197,5	540,0	155,0	119,7
Somogy	680,3	2 184,0	120,9	380,0	177,7	174,0
Szabolcs-Szatmár-Bereg	432,0	2 427,0	141,9	483,0	328,5	199,0
Szolnok	1 028,1	2 436,0	152,9	452,0	148,7	185,6
Tolna	727,5	1 441,0	104,2	324,0	143,2	224,8
Vas	366,4	1 238,0	140,1	364,0	382,4	294,0
Veszprém	1 173,1	2 145,0	251,0	513,0	214,0	239,2
Zala	415,2	1 509,0	170,5	452,0	410,6	299,5
Magyarország átlag:	967	2 182	301	601	311	273
Magyarország összesen:	19 348	43 639	6 024	11 924		

¹⁹ Kémiai oxigénigény - a vízben található szerves anyagok mennyiségével arányos mutatószám, mg/l

4.1. A vezetékes vízellátás és a fenntarthatóság

A Föld népességszámának rohamos emelkedése és a gyorsuló urbanizáció együttes megjelenése következtében bolygónk vízkincsnek védelme halaszthatatlan feladat. A föld túlnépesedésével a vízszükséglet emelkedik, és ez a megnövekedett vízigény a megavárosok és agglomerációk körzetében koncentráltan jelentkezik, sokszor kezelhetetlen terhet róva a természeti környezetre. Így a vízvédelem az ökológiai – és a gazdasági, valamint a társadalmi – fenntarthatóság legfontosabb eleme, ezért a víz mennyiségének és minőségének óvása korunk egyik legfontosabb műszaki és tudományos feladata.

A felszín alatti víz ásványi kincs. Különleges tulajdonságú ez az ásványi kincs többek között abból a szempontból, hogy egy felülről nyitott hidrológiai rendszerként jellemezhető, kölcsönhatásban van a tároló kőzetekkel, az antropogén hatások következményeként változó felszíni vizekkel, légkörrel, talajjal, növényzettel. A rendszer felülről nyitottsága szintén indoka annak, hogy a vízkészletek védelmet igényelnek (MARTON L. 2012).

Mivel a fenntartható vízellátás alapfeltétele vízfogyasztásunk mai szintjének mérséklése, ezért a szükséges mennyiségű és minőségű víz biztosításában fontos szerep jut a már kipróbált és a még felfedezésre váró technikai megoldásoknak. Az új fejlesztések irányvonalát ennek a követelménynek (vízfogyasztás-csökkentés) megfelelően kell meghatározni (VIDA G. 2001), a meglévő infrastrukturális lemaradásunkból – elsősorban a szennyvízelvezetés és -tisztítás területén – előnyt is kovácsolhatunk, egy lépcsőfokot átlépve kihagyhatók az időközben fenntarthatatlannak bizonyult megoldások.

A víz az emberi létezéshez és a termelő tevékenységhez egyaránt elengedhetetlen, és ennek a két fő funkciónak a betöltése során a vizet rengeteg hatás éri, a víz minden hatás közvetítője – a természeti és az ember alkotta környezetben is. Akár alapvető emberi jognak, akár piaci árviszonyok alapján adható-vehető árunak tekinti a globalizálódó világ az egészséges ivóvizet, ha nem vesszük figyelembe, hogy csak részben megújuló természeti erőforrásról van szó, akkor a folyamatosan növekvő vízigények kielégítése ellehetetlenül. A fenntarthatóság szempontjai ezért nem kerülhetők meg a vízellátás kérdéseinek elemzésekor. A természeti-társadalmi-gazdasági környezet által a vízkészlet mennyiségére és minőségére gyakorolt hatásai és ezen hatások kölcsönhatásainak vizsgálata – így a vízhasználat komplex fenntarthatóságának tárgyalása – meghaladja a jelen doktori dolgozat kereteit, erre nem vállalkozhatok. Így a téma körülhatárolásakor a vízellátás forrásoldalán a műszaki hálózatokra, a felhasználói oldalon a lakosság vezetékes vízfogyasztására szűkítettem le az elemzéseimet. A

fenntarthatóság egyik alapelvét, a rendszerszemléletet követve a vízellátás fenntarthatóságának elméleti kereteit igyekszem leírni a kutatási területemen belül.

A fenntarthatóságra törekvő vízfelhasználás eléréséhez fontos ismernünk a vízfogyasztás nagyságát befolyásoló tényezőket, amelyek rendkívül nagyszámúak és szerteágazóak. Lényeges a szerepe a környezet- és víztudatosságnak az ellátó rendszerek kialakítása és a vízfogyasztói magatartás területén is. A ma elterjedt vízellátó rendszereknek már a működési elve is több ponton determinálja a pazarló bánásmódot a vízzel és a rendszer működtetéséhez szükséges energiával:

- a különböző vízigények teljes mennyiségére magas minőségű (és költségigényű) ivóvizet juttat el a fogyasztókhoz;
- nem ad lehetőséget a használatból kevésbé szennyezett víz újbóli hasznosítására;
- a keletkező szennyvíz eltávolítására az ivóvizet szállítóközegként veszi igénybe;
- az egyesített szennyvíz kezelése, a biológiai lebomlási folyamat elősegítése a mesterséges környezetben nagy teljesítményű villanymotorok alkalmazását teszi szükségessé.

Emellett a természet kínálta kedvezőbb megoldások, pl. az alternatív, természetközeli technológiával történő szennyvíztisztítás stb. alkalmazásának aránya is alacsony.

A nagyvárosok egyre távolabbról kénytelenek a szükséges vizet beszerezni, a települések közelében hozzáférhető felszín alatti vizek csak költséges kezeléssel tehetők emberi fogyasztásra alkalmassá. Indokolt lenne új működési elveken alapuló vízellátás kiépítése, ennek azonban ellene hat az ilyen típusú beruházások hosszú megtérülési ideje, valamint a nehézkesen változó gondolkodásmód, a ragaszkodás a megszokotthoz. Rendszerszemlélettel, az új megoldások egyéb területeken érvényesülő hozadékát is figyelembe véve (pl. a süllyedő talajvízszint okozta károk elmaradása, a szennyvíz szerves anyagtartalmának hasznosítása, szintetikus anyagok gyártásának helyettesítése a szennyvízből kinyert szerves stb.) sok érv szól vízellátó rendszerek újragondolása mellett. Példák sorát írja le ezen a területen is (PAULI, G. 2010).

A vízellátás fenntarthatóságával kapcsolatban meg kell említeni két, a gyakorlatból eredő tény, amelyek miatt a vízszolgáltatóknál a víztakarékosság hasznosságának megítélése nem egyértelmű:

- a vízművek versenyszférában történő működése egyfajta ellenérdekeltség kialakulásához vezet a víztakarékossággal szemben;

- a korábban épült, magasabb vízfogyasztás ellátására méretezett hálózatok adottságai miatt a vízfogyasztás mérséklése a vízszolgáltatók szemszögéből nem célszerű; ezekkel a hálózatokkal magasabb üzemeltetési költségek mellett biztosítható a kívánt vízminőség (gyakoribb hálózatöblítés szükségessége, magasabb fertőtlenítési igény a pangó víz okozta problémák elkerülésére stb.); a probléma megoldására az új, a mai mennyiségi igényeknek megfelelően kialakított hálózat kiépítése magas költséggel jár.

A vízszolgáltatóknak a fogyasztók ellátása terén jelentkező feladatai mellett foglalkozniuk kell a vízbázisok hosszú távú védelmével, a fenntartható vízgazdálkodással.

Bár víztakarékossági lehetőségek kínálkoznak a vízszolgáltatás oldalán is (legkézenfekvőbb példa a mai rendszerek esetében a hálózati vízvesztesség csökkentése), azonban mivel a vízszolgáltatók feladata a fogyasztók vízszükségleteinek kielégítése, ezért a vízfelhasználás mérséklése elsősorban a felhasználók oldaláról érhető el. Felfedezhető itt a párhuzam a fenntarthatóságot célzó társadalmi-gazdasági működés szubszidiaritás elvével, ahol a nagyszámú érintett egyéni döntése alulról induló kezdeményezésként eredményezi a kitűzött cél elérését (PAULI, G. 2010, HAJNAL K. 2010).

A növekvő vízigény nem csak a Föld népességének gyors ütemű szaporodásából adódik, de az emelkedő számú fogyasztók egyéni vízigénye is nő. Ez a növekedés részben abból adódik, hogy a Föld népességének egyre nagyobb hányada él városokban, ahol a vízszükségletüket a vízellátó rendszerekből fedezve nagyobb mennyiséget használnak fel (a kényelmesebb és egyben kizárólagos vízhez jutásból eredően), mint a természetközeli életmódot folytató vidéki lakosság, illetve a kevésbé fejlett lakáskörülményekkel rendelkezők (KOVÁCS M. 1985). A nagyvárosok ökológiai tapasztalatait vizsgáló könyv adatai szerint a vízzel kútról ellátott fogyasztók fejenként napi 10 l vizet használnak el, ez a fejadag a vízvételi hely távolságával, a lakóhely kiépítettségével változik, fürdőszobás lakásokban már 120 l/fő, nap, luxuslakásokban 250 l/fő, nap. Szembetűnő, és később közlésre kerülő eredményeimmel egybecsengő adata a könyvnek, hogy a családi házak vízfogyasztására a lakásokénál alacsonyabb értéket (93 l/fő, nap) állapít meg. A vízellátás és a többi közműhasználat esetében is a települési környezet erőteljesen befolyásolja a fogyasztás nagyságát. A településfejlesztésnek emiatt fontos követelménye, hogy abban az ökológiai szemlélet is helyet kapjon (LÁSZLÓ E. 1999, HAJNAL K. 2010). A lakókörnyezet tegye lehetővé, hogy az ember egyszerre élhessen úgy, mint természeti lény és úgy, mint gazdasági és kultúrlény, a környezettudatos életvitel lehetőségével.

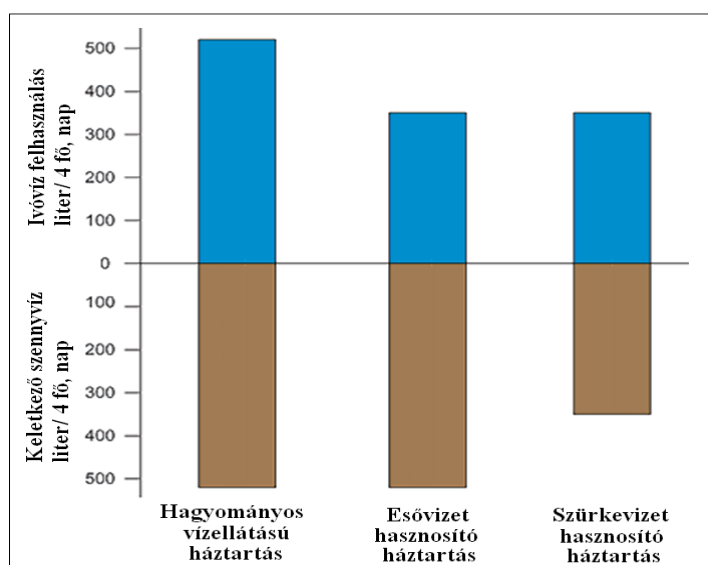
Az egyéni vízfelhasználás jelenlegi növekedése főleg a fejlődő országok fogyasztóinál tapasztalható, de a fejlett nyugati társadalmakban végzett kutatásokkal is kimutatható a fokozódó vízkomfort igény, ami a korábbinál nagyobb vízfogyasztást eredményez. Ennek egy példája az a Németországban végzett felmérés²⁰, amely szerint 2001-ben a megkérdezett német lakosság 57,8%-a zuhanyozott naponta legalább egyszer, 2006-ra ez az arány 65,5%-ra emelkedett. Ha elfogadjuk a statisztikák eredményét, amelyek szerint a német fogyasztókra általában a takarékoság, környezettudatosság jellemző, akkor ennek a növekvésnek az okát a fokozódó nyári hőségekben, esetleg az eltérő fogyasztási szokásokkal bíró bevándorlók magas arányában kereshetjük.

A fogyasztók víztakarékossági törekvései általában technikai rendszerelemeket is igényelnek, ezek azonban kiépített, alternatív elvű infrastruktúra szintjén Magyarországon még nem hozzáférhetők: mindenfajta vízigény kielégítésére ugyanaz a minőségű ivóvíz áll rendelkezésre, nem megoldott az eltérő szennyezettségű vizek külön csőhálózaton történő elvezetése stb. Az egyedi, víztakarékosságot szolgáló rendszerek létrehozásakor az anyagáramlással járó folyamatok fenntarthatóságának három kulcselemét kell szem előtt tartani: csökkentés – visszanyerés – újrahasznosítás (LUKOVICH T. – MOGYORÓSI K. 2013). A ma elterjedt technikai lehetőségek közül ennek az elvnek megfelel az eső-, illetve a szürkevíz-hasznosítás. A fogyasztó és a természet között lejátszódó anyagáramlás mérlege a két eljárás esetében eltérő:

- az esővíz felhasználása esetén pusztán a vezetékes vízhasználat kisebb arányú, a természetből kiemelt víz mennyisége nem csökken, csak a hidrológiai körfolyamat egy másik pontját csapoljuk meg, mint ahonnét a közösségi vezetékes vízbeszerzés történik²¹, a keletkező szennyvíz mennyisége azonos azzal, mint ami a hagyományos vezetékes vízhasználat mellett jön létre;
- a szürkevíz-hasznosítás során az egyszer már felhasznált, kevésbé szennyezett ún. szürkevíz (pl. zuhanyzás, mosás után elfolyó vizek) újbóli igénybevételével – a lakóépületekben leggyakrabban WC-öblítésre – csökken mind az igénybevett vízmennyiség, mind a keletkező szennyvíz mennyiség (ld. 4.1-1. ábra).

²⁰ <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/36517/umfrage/anteil-der-befragten-die-mindestens-taeglich-einmal-duschen-in-2001-und-2>

²¹ az esővíz igénybevétele miatt csökkenő vezetékes vízfelhasználással az ivóvíz előállítás költségei csökkenhetnek, ami a víz kitermelőjénél és fogyasztójánál is érzékelhető



4.1-1. ábra: A kizárólag vezetékes vizet, az esővizet, illetve szűrkevizet is hasznosító 4-fős háztartás vízmérlege.

Forrás: (Damrah, 2005) adatai alapján szerk. Eördöghné M. M. 2011

A fentieket összegezve megállapítható, hogy a fenntarthatóságra törekvő vízellátás alapkövetelménye, hogy nem csak a termelési eljárásoknak, de a fogyasztói szokásoknak is meg kell változnia (LÁNG I. 2003). Ezt most – nem kívánt módon – segítheti a válságból eredő nyomás, amely új megoldások keresésére ösztönöz minket, fogyasztókat és az előremutató, fenntartható megoldások fejlesztőit.

4.1.1. Alternatív lehetőségek a vízhasználat természetire gyakorolt szennyező hatásának mérséklésére

Az előző fejezetek tanulságaként kijelenthető, hogy a vízi infrastruktúra esetében az elmaradás elsősorban a szennyvízkezelés területén jelentkezik. Erre a feladatra alternatív megoldások is terjedőben vannak, alkalmazhatóságuk részben településtípus függvénye, de a szélesebb körű alkalmazásuk gátja az, hogy a maitól eltérő kiépítésű és működésű vízi infrastruktúra-hálózatot igényelnek. A vízellátáshoz hasonlóan itt is meg kell különböztetni a termelésből, illetve a lakossági használatból eredő szennyvizek kezelésének kérdését. A háztartási szennyvizek gyűjtésére és kezelésére számos, a jelenleginél kevésbé vízigényes megoldás született a kutatások, fejlesztések során (vákuumos, komposzt, szétválasztott elvezetésű WC-k, stb.) Ahogy az épületek energiahatékonyságának növelését a 0 energiaigényű ház felé törekvő jellemzi, ugyanígy a 0 emisszió elv a vízellátó infrastruktúrában a felhasznált vizek 100%-os, helyben történő újrahasznosítását célozza meg. A tokiói ENSZ-Egyetemen ennek koncepciója

az ipari termelés számára már kidolgozásra került, és ennek analógiája a kommunális szennyvízkezelésben is alkalmazható (OTTERPOHL, R. 2002).

Itt tartom fontosnak megemlíteni azt is, hogy a mai technikai lehetőségek birtokában a természeti környezet védelme szempontjából a leghatékonyabb megoldás a szürkevízhasznosítás, ötvözve a zárt anyagáramokra épülő szennyvízgazdálkodással. Ennél a megoldásnál előnyben részesül az egyszer már felhasznált víz újrahasznosítása, és a keletkezett szennyvizek szennyezőanyag-összetétel alapján külön hálózattal kerülnek összegyűjtésre és újrahasznosításra: biogáztermelés, komposztálás, nitrogén-, foszfor-, kálium-tartalom kinyerése a szintetikus előállított anyagok kiváltása (BUDAI P. 2006). Az ún. kaszkád elvű vízhasználattal szintén zárható a víz anyagáramok egy része, pl. a kommunális szennyvíz előkezelés után a mezőgazdaságban, illetve az iparban hasznosítható úgy, hogy mindig csak olyan mértékű kezelésen esik át a szennyvíz, amit a következő igény kielégítése szükségessé tesz (SOMLYÓDY L. 2011).

Ez a fejezet több tudományos értekezésnek is elegendő témául szolgálhat, így a teljesség igénye nélkül, csak a fenti néhány megoldási elvet villantottam fel.

4.2. A közműolló jellegzetességei, változásai 1996 és 2011 között

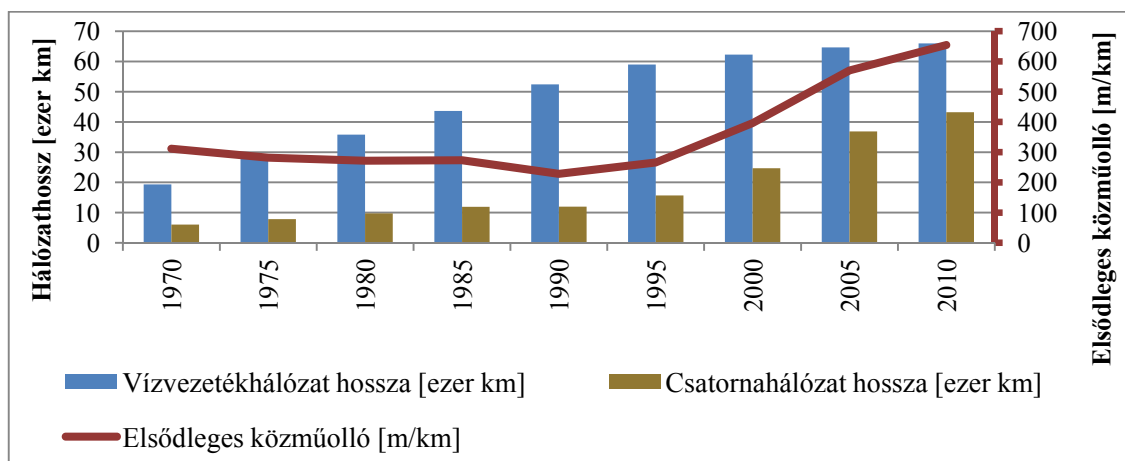
Magyarország településszerkezetében a kistelepülések dominanciája jellemző, az összes település 75,4%-a 2000 főnél kevesebb lélekszámú (2010. évi adat). Ezeken a településeken összesen 1 685 277 fő él, az összlakosságnak csupán 16,8%-a. Ez a tény a szennyvíztisztítás szempontjából két okból sem kedvező: egyrészt a térben koncentráltan elhelyezkedő lakosság esetében technikailag egyszerűbb és költséghatékonyabb a szennyvíz kezelése. Másrészt a rendeletek rövidebb határidőt szabnak a nagyobb településeknek a szennyvízzel kapcsolatos feladatok megoldására (további szempontként figyelembe véve, hogy az adott település vízbázis-védelmi tekintetben mennyire érzékeny területen található), így a kisebb településeken mind a gazdasági erő, mind a jogszabály kényszerítő ereje hiányzik a szennyvízkezelés megfelelő végrehajtásához. Így a 2 000 és 15 000 lakosegyenérték (LE)²² közötti nagyságú települések 5 év haladékot kaptak, legkésőbb 2015. december 31-ig kell megoldani az ilyen

²² lakosegyenérték – 1 LE az a szennyvízben lévő, szerves, biológiailag lebontható szennyezőanyag-mennyiség, amelynek ötnapos biokémiai oxigén igénye 60 g BOI₅ naponta; feltételezi, hogy 1 lakos által 1 nap alatt kibocsátott szennyvízben a szerves szennyezőanyag terhelése 60 g BOI₅-nek felel meg;

nagyságú szennyvízelvezetési agglomerációban²³ a szennyvízelvezetést és a legalább biológiai (II. fokozatú) szennyvíztisztítást (a harmadik, kémiai fokozat nem előírás). A 2000 LE alatti nagyságú települések szennyvízkezelésére jelenleg semmilyen kötelezettség nem vonatkozik. A kistelepüléseken a közműolló zárására jelenleg a természetközeli szennyvíztisztítási megoldások (pl. faültetvényes, tavas, gyökérszénstb. eljárások) terjedése nyújthat reális alternatívát.

Miután Magyarországon mára a vezetékes vízellátás teljesnek mondható (csak a településektől távol eső, vezetékekkel gazdaságosan nem elérhető, többnyire ideiglenes lakóhelyek nem rendelkeznek vezetékes vízbekötési lehetőséggel), a közműolló mai állapota a csatornázottság mértékét fejezi ki. A vizsgálat induló éveinek adataira ez az egyszerűsítő megállapítás nem igaz, mivel pl. kedvező közműolló jellemezhetette a vízvezeték és csatornahálózattal egyaránt ellátatlan területeket is.

Az elsődleges közműolló legkedvezőtlenebb értéke Magyarországon a KSH adatai alapján 1990-ben állt fenn (ld. 4.2-1. ábra). A megelőző években a vízellátó rendszerekben jó ütemű fejlesztések történtek, a csatornahálózat és a szennyvíztisztító kapacitás kiépítéséhez, bővítéséhez az elsőcsatlakozási támogatások adtak lendületet, és ennek következménye az azóta tartó közműollózáródás, az elsődleges közműolló értékének javulása, közeledése az ideális 1000 m szennyvízvezeték /1 km ivóvízvezeték értékhez (EÖRDÖGHNÉ M. M. 2012-A).



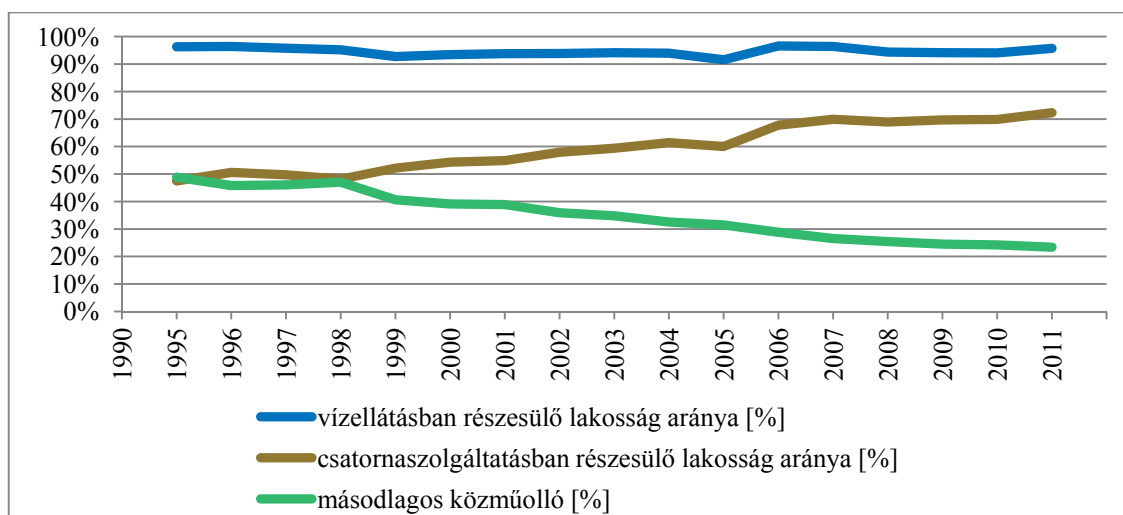
4.2-1. ábra: Az elsődleges közműolló és összetevőinek változása Magyarországon 1970 és 2010 között.

Forrás: KSH adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

²³ olyan területet jelent, ahol a népesség és a gazdasági tevékenység elegendően koncentrált ahhoz, hogy a települési szennyvizet összegyűjtsék és egy közös települési szennyvíztisztító telepre vagy végső kibocsátási pontra vezessék;

Az 4.2-2. ábra a másodlagos közműolló és összetevői változását mutatja be 1995 és 2011 között. Megfigyelhető, hogy az ivóvízellátó hálózat kiépítettsége Magyarországon közel 100%-os, így a MKO záródása a szennyvízhálózat-építés ütemének függvénye.

A környezet szennyvizek által történő terhelése a szennyvíz elvezetés utáni sorsától függ: a korábbi években az elvezetett szennyvizeknek csak töredékét tisztították, főleg az Alföldön volt jellemző ez a helyzet. Ahhoz, hogy kezelés után a szennyvíz minősége a természetes befogadó (talaj vagy természetes vízfolyás) öntisztuló képességének megfelelően, több lépcsős szennyvíztisztító eljárás²⁴ alkalmazása szükséges. Mára az elemzett adatokat szolgáltató közművállalatok körében az elvezetett szennyvíz teljes mennyisége részesül a szennyvíztisztítás első és második fokozatában, a mechanikai és a biológiai tisztításban.

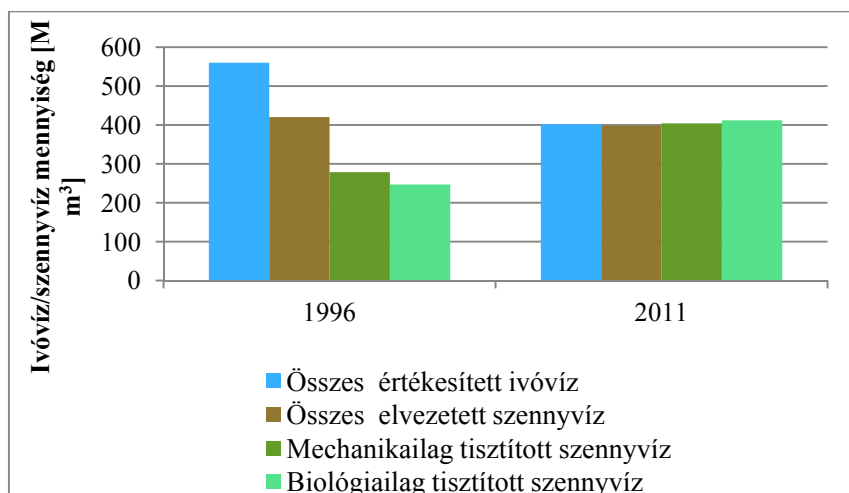


4.2-2. ábra: A másodlagos közműolló és összetevőinek változása Magyarországon 1995 és 2010 között.
Forrás: KSH adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A 4.2-3. ábra diagramján megfigyelhető, hogy míg 1996-ban az értékesített ivóvíznek mintegy 75%-a jelent meg a szennyvízhálózatban, addig 2011-re ez az arány a 100%-ot közelíti. Mivel a gyakorlatot tekintve a kommunális célokra felhasznált víz egy része bizonyosan nem jut a szennyvízhálózatba (pl. kertlocsolás, autómosás stb.), feltételezhető, hogy ezekre a házon kívüli vízigényekre a felhasználók egyre nagyobb mértékben vesznek igénybe alternatív, nem közcélú vízvezetékéből származó vizet. A felhasználók közüzemi számlaköltségeinek csökkentése szempontjából ez kedvező megoldás lehet, a fenntarthatóság, a vízzel való hatékony bánásmód

²⁴ mechanikai, biológiai és kémiai szennyvíztisztítási fokozat

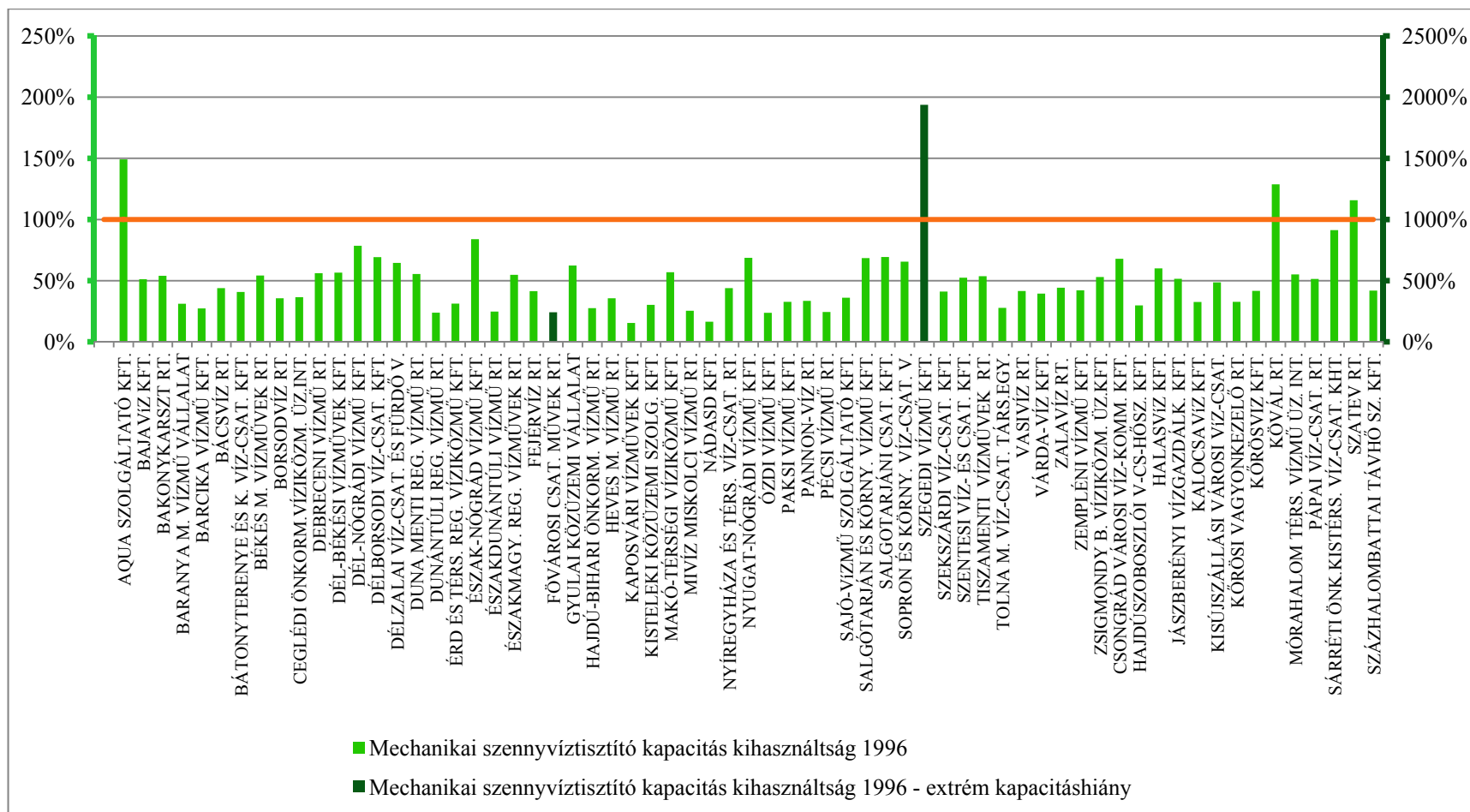
ezzel nem valósul meg, hiszen nem csökkent a felhasznált vízmennyiség, csak a hidrológiai körfolyamat egy másik pontján került a víz kitermelésre (kút, forrás, esővíz stb.). Ez az alternatív forrásból származó víz – amennyiben épületen belül kerül felhasználásra – ugyanúgy terheli például a szennyvízelvezető rendszert is, mint a vezetékes víz használata. Az ökológiai fenntarthatóság követelményeihez jobban igazodna a vételezett víz hatékonyabb felhasználása, újrahasznosítása, pl. szürkevíz-felhasználás.



4.2-3. ábra: Víz / szennyvíz/tisztított szennyvíz 1996-ban és 2011-ben.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

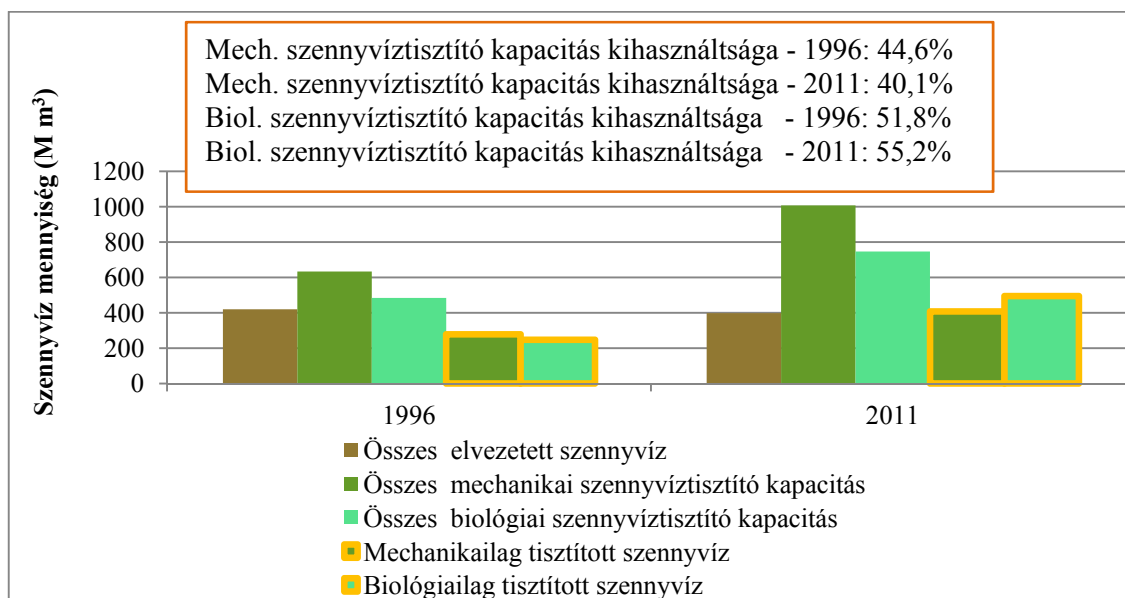
A 4.2-3. diagram tanúsága szerint a biológiai tisztításon átesett szennyvíz mennyisége kismértékben (mintegy 3%-kal) meghaladja az elvezetett szennyvíz mennyiséget. Megvizsgáltam ennek okait, és azt tapasztaltam, hogy a különbséget a nagyobb városok okozták, azokban volt jellemző a biológiai tisztított szennyvíz magasabb mennyisége. Ennek magyarázatát valószínűleg az agglomeráció települései adják, amelyek a vízellátást helyben oldják meg, az elvezetett szennyvizet viszont a városban kiépített létesítményekhez vezetik.

Fölmerülhet ezek után a kérdés, hogy mi jelenti a szűk keresztmetszetet a szennyvízkezelés megoldásában (eltekintve a gazdasági lehetőségektől): a szennyvízelvezető hálózat vagy a szennyvíztisztító művek kapacitása? A 4.2-4. diagramon az elemzés bázisévében, 1996-ban érvényes adatok láthatók: azoknál a szolgáltatóknál, ahol a szennyvíztisztítómű kapacitás-kihasználtsága nagyobb 100%-nál (a téglaszínű egyenessel jelezve), vagyis az elvezetett szennyvíz mennyisége meghaladja a tisztítómű kapacitását, ott a csatornahálózat létesítését meg kellett előznie a tisztítómű építésének/bővítésének.



4.2-4. ábra: Szolgáltató vállalatok szennyvíztisztító kapacitásának kihasználtsága 1996-ban.
 Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A következő, 4.2-5. ábra diagramjának tanúsága szerint mára Magyarországon nem a tisztító kapacitás hiányzik elsősorban a szennyvízkérdés megoldásához. 1996 óta nőtt mind a volumene, mind a kihasználtsága a mechanikai és a biológiai szennyvíztisztító kapacitásnak, de mindkét kezeléstípus még további szennyvíz mennyiségek fogadására alkalmas. Itt a problémát a kisebb, egymástól távol elhelyezkedő települések szennyvízvezeték kiépítésének magas költsége okozza, célszerűen helyben kell megoldani a szennyvíz kezelésének kérdését.



4.2-5. ábra: Szennyvíztisztító kapacitás nagysága és kihasználtsága 1996-ban és 2011-ben.
 Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A MKO nagysága Magyarország területén belül jelentős eltéréseket mutat, és a területi egyenlőtlenségek a vizsgált időszak alatt nőttek (ld. 4.2-1. táblázat, illetve 4.2-6. és 4.2-7. ábrák). 1996-ban a legkisebb és legnagyobb közműolló érték között a szorzótényező 2 volt (Budapestet is figyelembe véve 23), 2011-ben 5,4 (Budapesttel 53). Látható, hogy az egyenlőtlen fejlődésen belül is kiemelkedik a Budapest és a többi országrész közötti különbségek növekedése, így a továbbiakban a változások, átlagértékek egyéb megjegyzés híján a megyékre vonatkoznak, Budapestet nem belértve. A csatornázottsági hányad minden megyében nőtt, átlagosan 27,3%-kal, de a vízellátottsági hányad (96,1%) kismértékű változására pozitív és negatív irányban is sor került 0,02–0,07% nagyságrendben. A vízellátottsági hányad negatív értelmű változása a meglevő ivóvízvezeték hálózatra rá nem csatlakozó fogyasztók arányának emelkedését jelenti. A MKO állását legfőképpen a csatornázottság állapota határozza meg, mivel a vízellátottság öt, illetve négy megye kivételével mindkét vizsgált évben 95% fölötti. Speciális helyzet figyelhető meg Bács-Kiskun

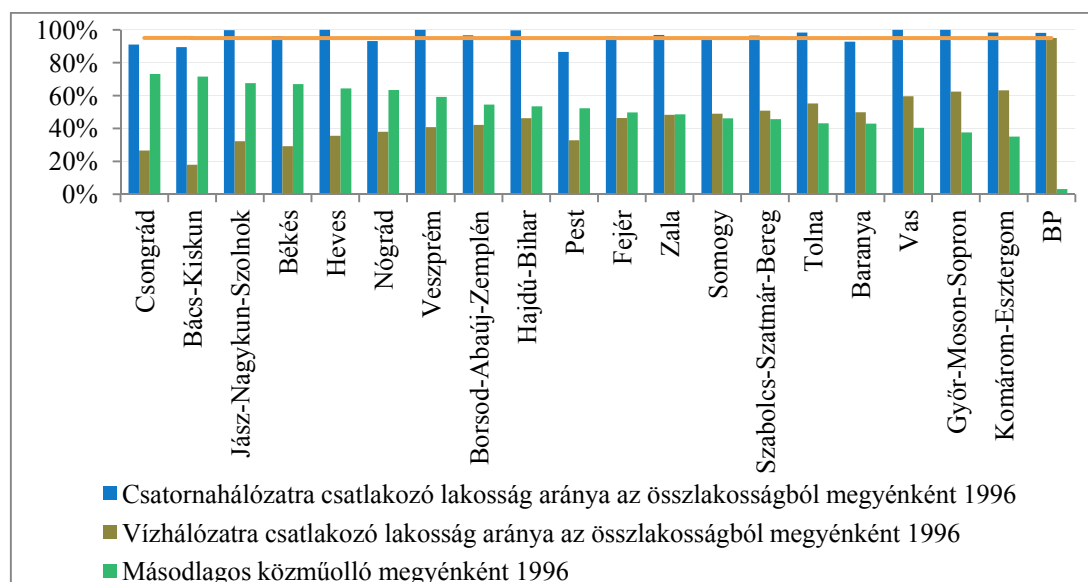
megye esetében, ahol a csatornázottság országosan legalacsonyabb mértéke mellett az alacsonyabb vízellátási szinttel együtt a MKO értéke nem a legkedvezőtlenebb, hanem az 5. a lista végétől.

4.2-1. táblázat: A másodlagos közműháló és alkotóelemei 1996-ban és 2011-ben.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

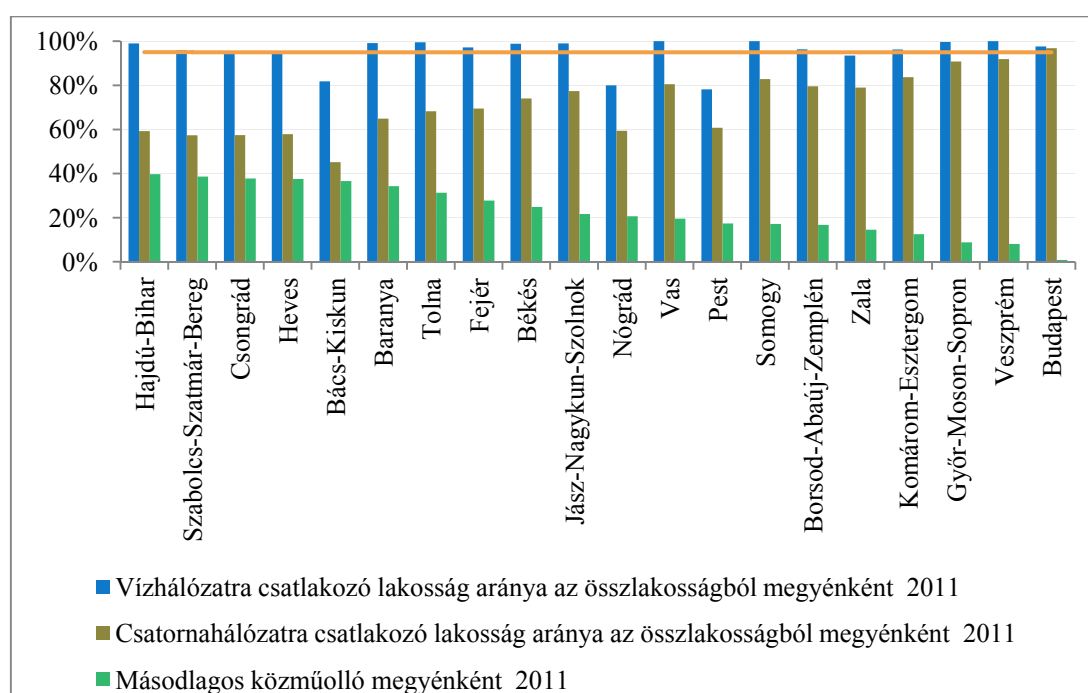
Megye	Vízellátott-sági hányad 1996	Csatornázott-sági hányad 1996	Másodlagos közműháló 1996	Vízellátott-sági hányad 2011	Csatornázott-sági hányad 2011	Másodlagos közműháló 2011
Bács-Kiskun	89,5%	17,9%	71,6%	81,8%	45,2%	36,6%
Baranya	92,8%	49,8%	43,0%	99,1%	65,9%	34,3%
Békés	96,2%	29,2%	67,0%	98,9%	74,1%	24,8%
Borsod-Abaúj-Zemplén	96,7%	42,2%	54,6%	96,3%	79,6%	16,7%
Csongrád	91,0%	26,6%	73,1%	95,2%	57,5%	37,7%
Fejér	96,1%	46,3%	49,8%	97,2%	69,4%	27,8%
Győr-Moson-Sopron	100,0%	62,4%	37,6%	99,7%	90,8%	8,8%
Hajdú-Bihar	99,7%	46,3%	53,4%	99,0%	59,3%	39,7%
Heves	100,0%	35,6%	64,4%	95,5%	57,9%	37,6%
Jász-Nagykun-Szolnok	99,8%	32,2%	67,5%	99,0%	77,4%	21,6%
Komárom-Esztergom	98,3%	63,2%	35,1%	96,2%	87,0%	12,5%
Nógrád	93,1%	38,0%	63,4%	92,4%	60,3%	43,9%
Pest	86,5%	32,8%	52,3%	86,8%	60,8%	26,6%
Somogy	95,1%	49,0%	46,1%	100,0%	82,8%	17,2%
Szabolcs-Szatmár-Bereg	96,5%	50,8%	45,7%	96,0%	57,4%	38,6%
Tolna	98,4%	55,2%	43,2%	99,5%	68,2%	31,3%
Vas	100,0%	59,6%	40,4%	100,0%	80,5%	19,5%
Veszprém	100,0%	40,8%	59,2%	100,0%	91,9%	8,1%
Zala	96,9%	48,3%	48,6%	93,5%	79,0%	14,5%
Budapest	98,2%	95,0%	3,2%	97,7%	96,8%	0,9%

A vízi infrastruktúra fejlettségét illetően a kedvezőtlenebb helyzet általában az ország keleti és déli megyéit jellemzi, ahogy a 4.2-8. ezt a ábra is jól mutatja (azonos a már korábban bemutatott 3.1-10. ábrával). Ezért is volt indokolt, hogy a másodlagos közműháló értékében a legnagyobb változás 1995 és 2011 között főleg ezekben a megyékben következett be. Kiemelhető a közműháló állapotának javulása szempontjából Veszprém és Jász-Nagykun-Szolnok megye, amelyekben az összes megye között a legnagyobb, 51,1, illetve

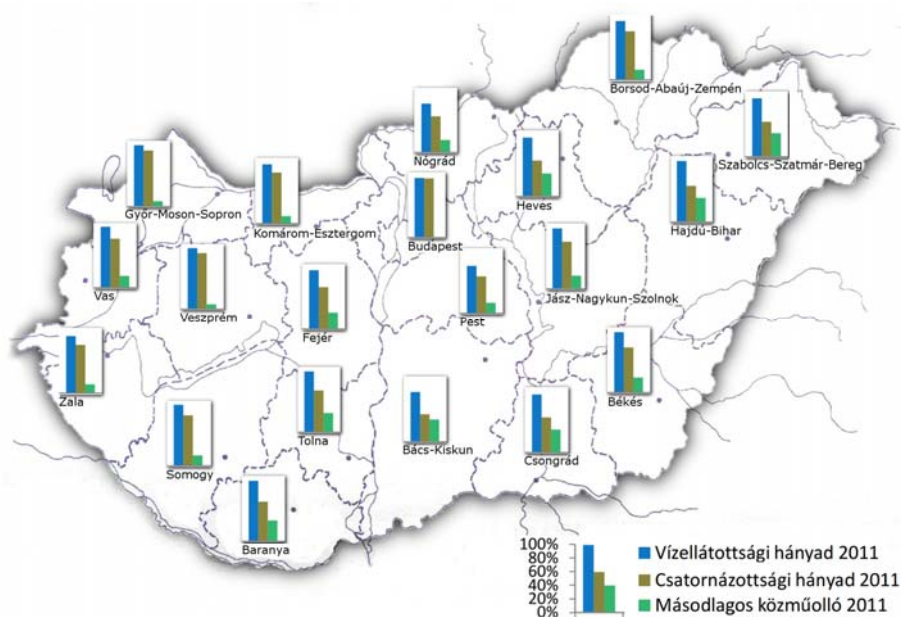
45,9 százalékpontos javulás állt be, és így az induló évi MKO szerinti ranglista 14., illetve 18. helyéről a 2., illetve a 9. helyre ugrottak előre.



4.2-6. ábra: A vízellátás, csatornázás aránya és a másodlagos közműöllő megyénkénti értéke 1996-ban.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



4.2-7. ábra: A vízellátás, csatornázás aránya és a másodlagos közműöllő megyénkénti értéke 2011-ben.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



4.2-8. ábra: A vízellátás, csatornázás aránya és a másodlagos közműolló megyénkénti értéke 2011-ben
 Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

Mivel a vízellátottság már 1996-ban is 15 megyében meghaladta a 95%-ot, így az ezen a területen történt fejlesztések statisztikailag néhány %-os változást jelentettek csupán, azaz a közműolló változásban hangsúlyos eredményt elérő megyékben a csatornázás mértéke volt számottevő.

A kartogramot a kiinduló állapottal, a közműolló 1996-ös állásával együtt vizsgálva megfigyelhetjük, hogy a legnagyobb közműolló záródást azok a megyék érték el, ahol a bázisévben a másodlagos közműolló – az előző okfejtés szerint a csatornázás – állapota kedvezőtlen volt; a sorrendben az első 6 megye a közműolló 1996. évi nagysága szerinti lista második feléből lépett előre 2011-re.

A MKO változás nagysága szerinti lista középmezőnyében kisebb helycserékre került sor. A lista végén található Budapest esetében a víziközművek 1996. évi országos viszonylatban magasabb fejlettségi szintje már nem tett lehetővé az elmaradottabb térségekhez hasonló nagymértékű fejlődést. Figyelemre méltó azonban Baranya, Tolna és Vas megyék esete, amelyek 1996-ban a másodlagos közműollóval mért fejlettségi lista elejét foglalták el (sorrendben az 5., 6. és 4. helyet), és 2011-re 9, 7, illetve négy helyet csúsztak hátrább.

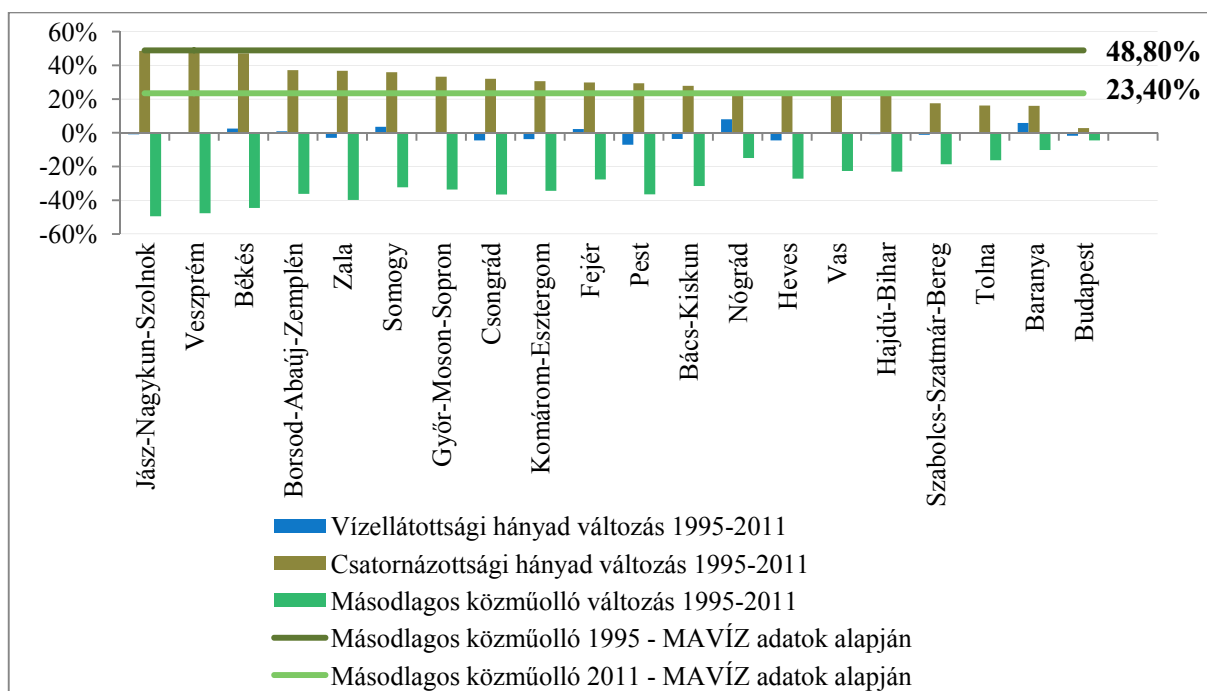
Baranya megye vízellátása 1996-ban a legfejletlenebb kategóriába tartozott (17. hely, 92,8%), ebben 2011-re jelentős javulást sikerült elérni (6. hely, 99,1%). A csatornázottság állapota

viszont a vizsgált 16 éves időszak alatt az átlagot 6,3%-kal meghaladó szintről 4,8%-kal az átlag alá esett vissza.

Tolna megye esetében az átlagnál kedvezőbb 1996. évi MKO érték annak köszönhető, hogy mind a csatornázottság, mind a vízellátottság viszonylag magas szintű volt, 2011-re viszont a csatornázottság mértéke a megyében az átlagérték alá csúszott.

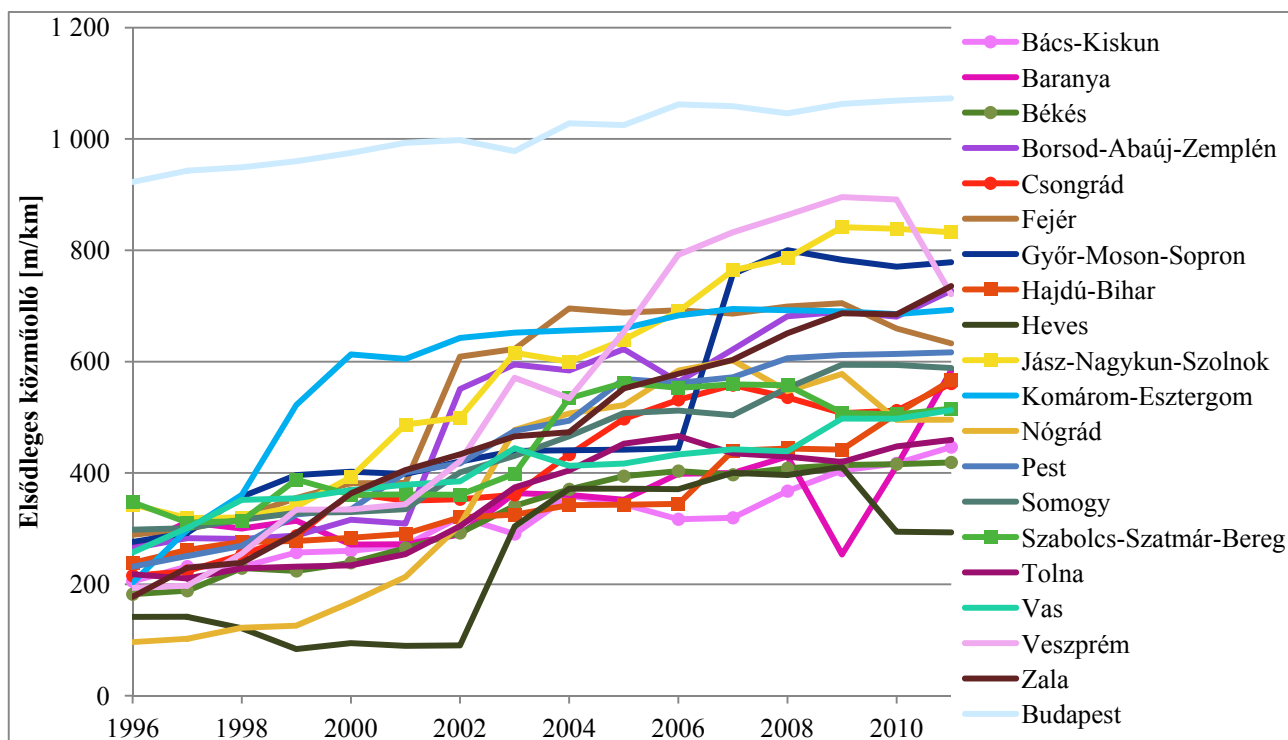
Vas megyében a vízellátás kiépítése 100%-os volt mindkét évben, de míg a csatornázás kiépítettsége 1996-ban 16,1%-kal haladta meg az országos átlagot, addig 2011-re már csak 9,7%-kal, tehát relatíve lassabban haladt a csatornázás kiépítése Vas megyében, mint a többi élen járónál.

Mindhárom megyében láthatóan a csatornázás elmaradása okozta azt, hogy a közműöllő javulásában a legkisebb eredményeket sikerült elérni (ld. 4.2-9. ábra).

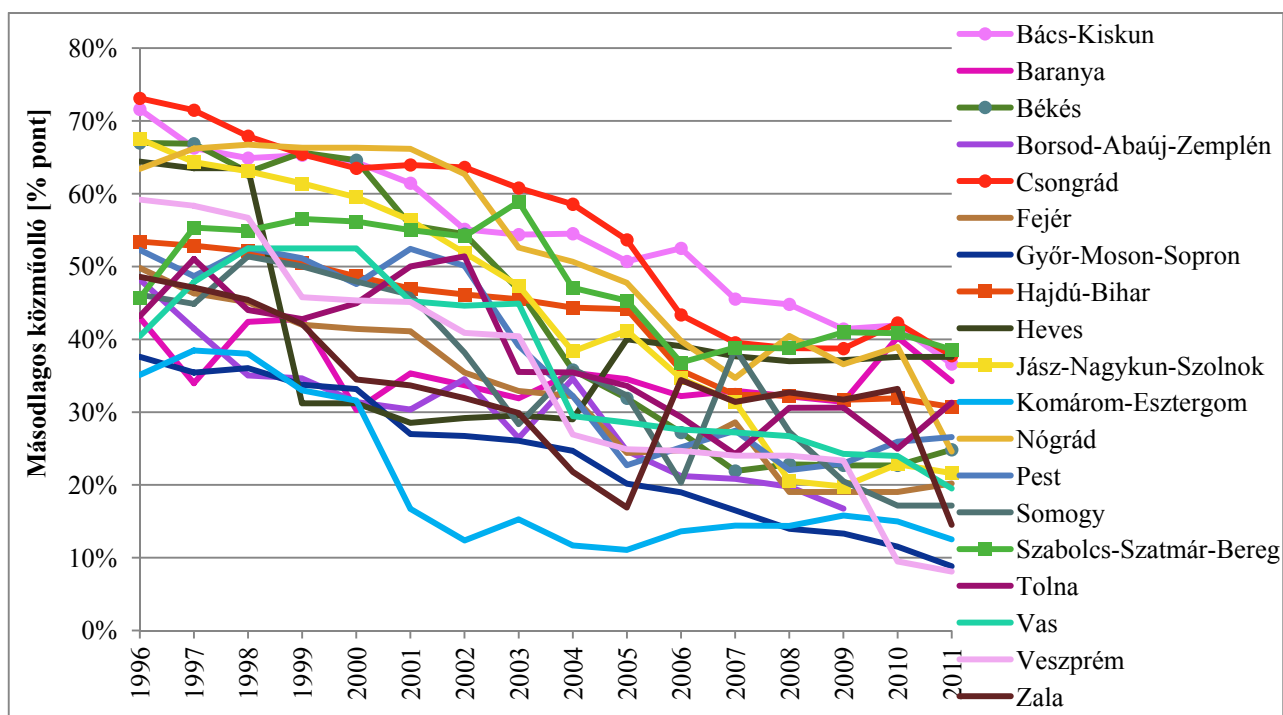


4.2-9. ábra: A másodlagos közműöllő és alkotóelemeinek változása megyénként 1995 és 2011 között.
 Forrás: PAPP M. (1997) és MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

Az egyes megyékre vonatkozó közműöllők időbeli lefutását mutatják az 4.2-10. és 4.2-11. ábrák. A görbék általános trenddel (EKO esetében emelkedő, MKO esetében csökkenő tendencia) ellentétes irányú szakaszainak magyarázata a részletes vizsgálatok alapján a vállalkozások szervezeti változásaiban kereshető.



4.2-10. ábra: Az egyes megyék elsődleges közműtőllő értékének változása 1996 és 2011 között.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012



4.2-11. ábra: Az egyes megyék másodlagos közműtőllő értékének változása 1996 és 2011 között.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

A vizsgálat induló és záró évi, 1996-os és 2011-es adatainak összevetése mellett megvizsgáltam a vízi infrastruktúra állapotának időbeli változásait is az alábbi paraméterek vonatkozásában:

- a. elsődleges közműolló;
- b. vízhálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított aránya;
- c. csatornahálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított aránya;
- d. másodlagos közműolló;
- e. a biológiai és a mechanikai szennyvíztisztító kapacitás arányának változása;
- f. a mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága;
- g. a biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága.

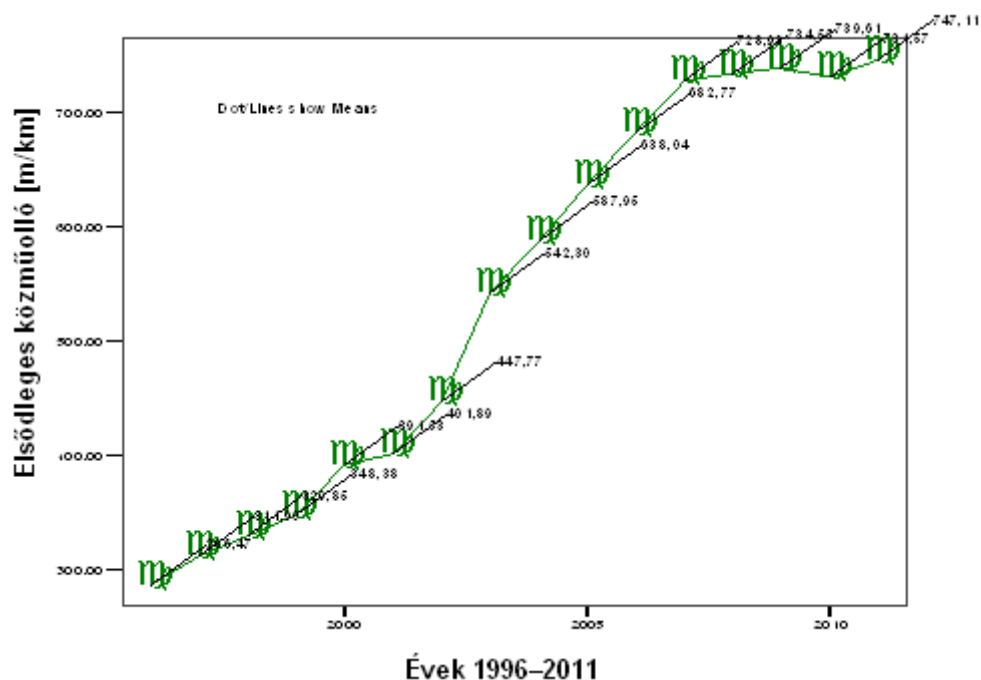
Az egyutas variancia-analízis módszerével végzett vizsgálat eredménye:

a./

A szolgáltatók éves elsődleges közműolló adatai a vizsgált évet követő 5.–8. év adataival mutatnak szignifikáns különbséget ($F = 9,461$, $\text{sig} = 0,000$ – ld. 6. melléklet):

- az 1996. évi elsődleges közműolló szignifikánsan különbözik a 2004-es és a következő évektől;
- az 1997., 1998. és 1999. évi elsődleges közműolló szignifikánsan különbözik a 2005-ös és a következő évektől;
- a 2000. és 2001. évi elsődleges közműolló szignifikánsan különbözik a 2006-os és a következő évektől;
- a 2002. évi elsődleges közműolló szignifikánsan különbözik a 2007-es és a következő évektől.

A 2003. után egyik év sem mutat szignifikáns különbséget a követő évek adataival. Itt a görbének egyfajta inflexiós pontja érzékelhető; a számítási eredmények és a grafikus ábrázolás (ld. 4.2-12. ábra) alapján 1996 és 2011 között egyenletes, kismértékű emelkedés jellemzi az elsődleges közműolló alakulását az ideális 1000 m/km érték felé, ezen időszakon belül 2003 után ennek a változásnak az üteme kismértékben felgyorsult. Az okok között megemlíthető az EU-pályázatokkal elérhető anyagi források hatása, egy beruházás felfutási időszak után csökkent a pályázati feltételeknek megfelelő települések száma.



4.2-12. ábra: Elsődleges közműtőllő változása a vizsgált szolgáltatók átlagértéke alapján 1996–2011 között.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

b./

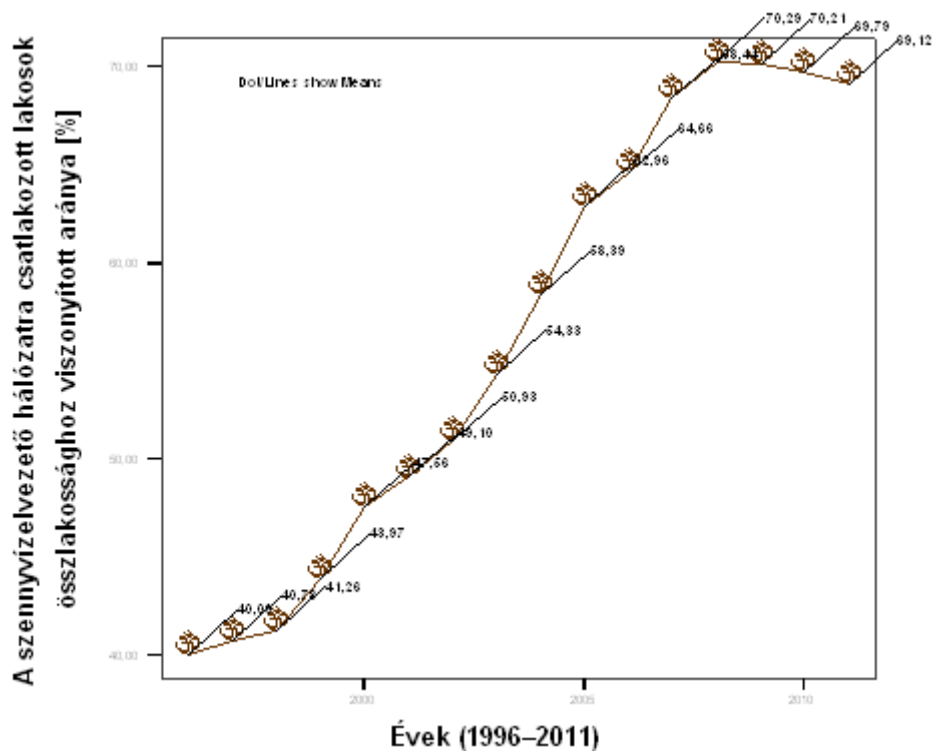
A vízellátó hálózatra csatlakozott lakosok összlakossághoz viszonyított aránya az egyes szolgáltatóknál évente nem mutat szignifikáns különbséget. Az eredmények grafikus megjelenítése alapján elmondható, hogy erre a mutatóra a teljes vizsgált időszak alatt lassú ütemű emelkedés jellemző. A vízellátás kiépítettségi szintjének ismeretében ez érthető, valós eredmény.

c./

A szennyvízelvezető hálózatra csatlakozott lakosok összlakossághoz viszonyított aránya az egyes szolgáltatóknál szignifikáns különbséget mutat ($F = 16,627$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 7. melléklet):

- az 1996., 1997., 1998. és az 1999. évek mindegyike szignifikánsan különbözik a 2004. és az ezt követő minden év adatától a csatornahálózatba bekapcsolt lakások összlakossághoz viszonyított aránya tekintetében;
- a 2000. és 2001. évek a 2005. és az azt követő minden év adatával mutatnak szignifikáns különbséget;
- a 2002. év a 2006. és az azt követő minden év adatától tér el szignifikánsan;
- a 2003. év a 2007. és az azt követő minden év adatától tér el szignifikánsan.

Ennél a mutatónál a 2004-es év a „fordulópont”. Ettől az évtől kezdődően a vízhálózatba bekapcsolt lakások összlakossághoz viszonyított aránya nem különbözik szignifikánsan a későbbi évekhez viszonyítva (ld. 4.2-13. ábra). Az előbbi görbéhez hasonlóan itt is kirajzolódik az inflexió pont a 2004. évnél.



4.2-13. ábra: A szennyvízelvezető hálózatra csatlakozott lakások összlakossághoz viszonyított arányának változása 1996–2011 között.

Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

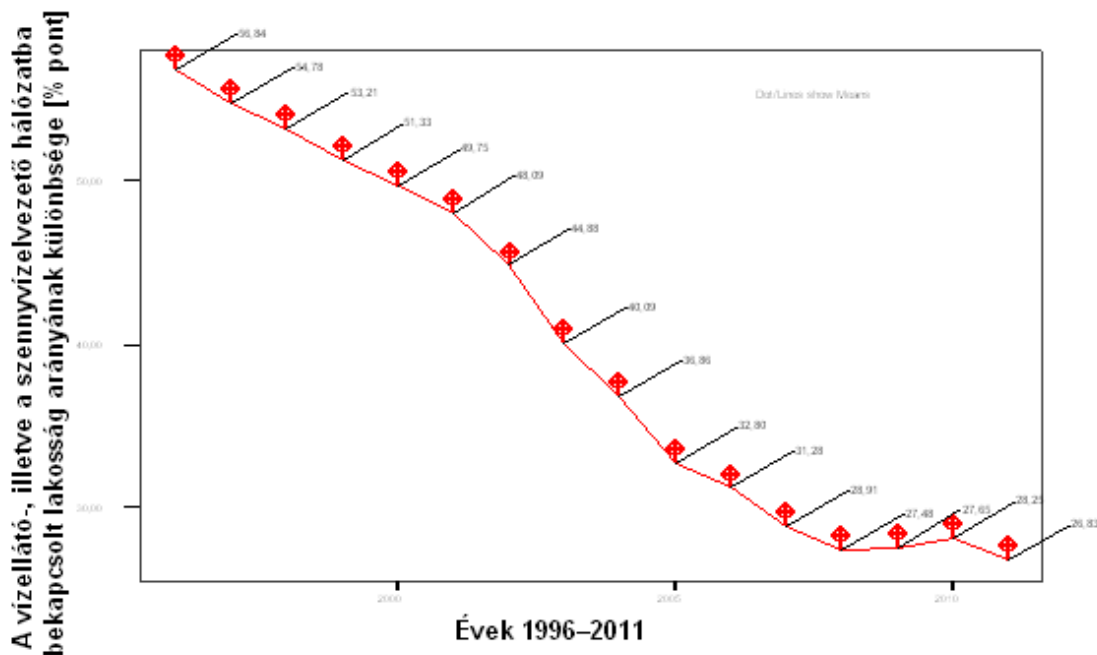
d./

A két utóbbi mutató különbségéből kiadódó **másodlagos közműolló** az alábbi **szignifikáns különbségeket** ($F = 13,941$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 8. melléklet) mutatja:

- az 1996. és 1997. év adatai szignifikánsan különböznek a 2003. és későbbi évek másodlagos közműolló adataitól;
- az 1998. és 1999. év adatai szignifikánsan eltérnek a 2004. és későbbi évek másodlagos közműolló adataitól;
- a 2000. és 2001. év adatai szignifikánsan különböznek a 2005. és későbbi évek másodlagos közműolló adataitól;

- a 2002. év adatai szignifikánsan eltérőek a 2007. és későbbi évek másodlagos közműolló adataitól.

A MKO tekintetében tehát ismét 2003-tól módosul a változás jellege: ez az év az első, amelyben a vízhálózatra csatlakozó lakások összlakossághoz viszonyított aránya nem különbözik szignifikánsan a későbbi évek adatához viszonyítva (ld. 4.2-14. ábra).



4.2-14. ábra: A másodlagos közműolló változása a vizsgált szolgáltatók átlagértéke alapján 1996–2011 között.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

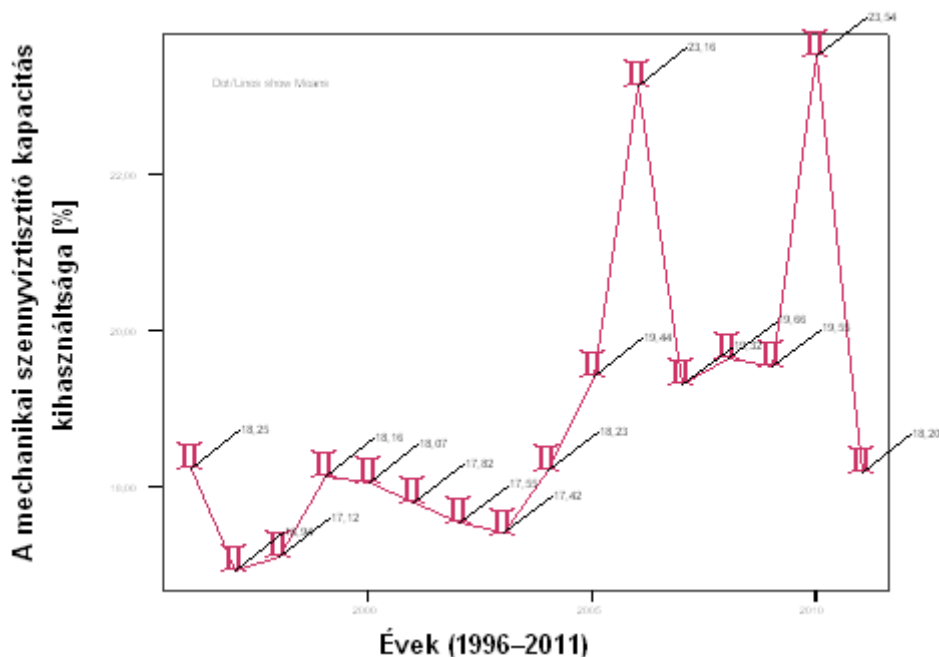
e./

A mechanikai és biológiai szennyvíztisztító kapacitás megoszlása időbeli változásának vizsgálatára létrehoztam egy olyan változót, amelynek attribútumai: a biológiai szennyvíztisztító kapacitás kisebb a mechanikainál, egyenlő a két kapacitás-érték, illetve a biológiai szennyvíztisztító kapacitás a nagyobb. A kapacitások változásában az **egymást követő évek adatai között nincs szignifikáns különbség** ($F = 1,179$, $\text{sig} = 0,281$), ld. 9. melléklet). Évről-évre nincs jelentős változás a mutatóban, statisztikailag közel állandónak tekinthető a mechanikai és a biológiai szennyvíztisztító kapacitás aránya. Ez azt jelenti, hogy a kétféle tisztító kapacitás fejlesztése közel azonos ütemben történik. A szennyvizek környezetterhelése szempontjából az ideális esethez elegendő, ha a biológiai szennyvíztisztító kapacitás akkora, mint a mechanikai. Az időbeli változásokat elemezve az látható, hogy az

induló évben a szolgáltatók 29,7%-ánál a rendelkezésre álló biológiai szennyvíztisztító kapacitás kisebb volt, mint a mechanikai, 70,3%-nál a két érték egyforma volt. A mechanikait meghaladó biológiai szennyvíztisztító kapacitással egy szolgáltató sem rendelkezett. 2011-re 79,4%-ra nőtt azoknak a szolgáltatóknak a száma, akiknél a kétféle tisztítási kapacitás egyforma volt, és a szolgáltatóknak csak 19,1%-a rendelkezett kisebb biológiai szennyvíztisztító kapacitással, mint mechanikaival. Egy szolgáltató (1,5%) esetében a biológiai kapacitás meghaladta a mechanikait.

f./

A szennyvíztisztító kapacitás (a mechanikai és a biológiai is) kihasználtsága egy olyan mutató, amelyet nem önmagában, hanem alkotóelemeivel, illetve a terület szennyvíztermelésével együtt vizsgálva kapunk komplex képet a vízi infrastruktúra fejlettségéről, az adott terület ellátásában nyújtott teljesítményéről. Alacsony kapacitás-kihasználtság jelenthet a terület adottságaihoz viszonyítva túlméretezett rendszert, meglevő kapacitás tartalékot, esetleg a szennyvízelvezető rendszer kiépítéséhez, bővítéséhez viszonyítva előrehozott tisztítókapacitás fejlesztést. Jelen esetben a kapacitás-kihasználtság időbeli változását vizsgálom, a peremfeltételekhez illeszkedést a kapott eltérések magyarázatánál ellenőrzöm.



4.2-15. ábra: A mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága 1996–2011 között.

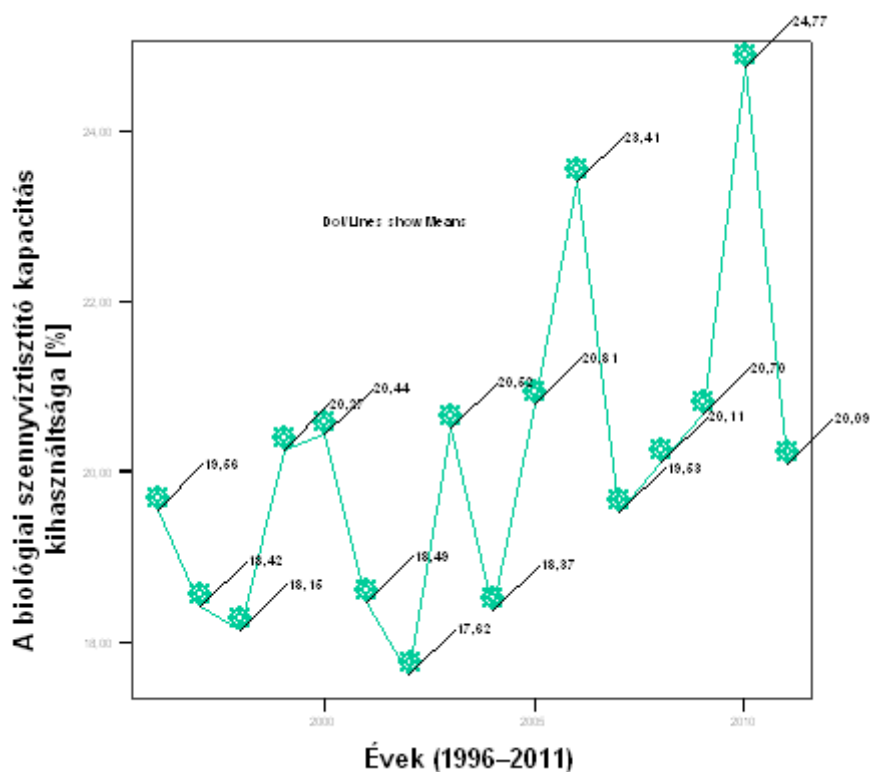
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

A mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtságát illetően az egymást követő években nincs szignifikáns különbség. Két év adata különbözik szignifikánsan a többi évtől, a 2006. és a

2010. éveké ($F = 3,166$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 10. melléklet). A szignifikáns különbség mindkét évben negatív, ami azt jelenti, hogy a szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága ebben a két évben az 1997., 1998., 2001., 2002. és 2003. évekhez viszonyítva szignifikánsan nagyobb volt (4.2-15. ábra). A 2010. évi kiugró kihasználtság okaként az extrém éves csapadékmennyiség is megnevezhető. A 2011. évi kihasználtság csökkenés valószínűleg a Budapesti Központi Szennyvíztisztító telep első teljes évi üzemelésének is köszönhető.

g./

A biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtság vizsgálat eredménye: **az egymást követő években nincs szignifikáns különbség** a biológiailag tisztított szennyvíz hányadai között. Az előző eredményeket megerősítve, a mechanikai és a biológiai tisztítási fokozat fejlődésének hasonló ütemét támasztja alá: az f./ ponthoz hasonlóan a 2010-es év mutat szignifikáns különbséget a többitől ($F = 2,15$, $\text{sig} = 0,006$), ld. 11. melléklet).



4.2-16. ábra: A biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága 1996–2011 között.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

Ahogy a 4.2-15. és 4.2-16. ábrákon látszik, a kiugró kapacitás-kihasználtság is csak 23–24%-ot jelent, így még ingadozó szennyvízhozam esetére is van a rendszerben tartalék. A

kiugró mennyiségű csapadék sem a mennyiségével okoz problémát, hanem azzal, hogy rövid idő alatt ugrik meg a tisztítótelepre érkező vízmennyiség, ami a biológiai tisztítást végző mikroorganizmusokat kisöpri, felhígul a lebontást végző iszap, így átmenetileg leromlik a tisztítási hatások.

4.3. A közműolló változásainak megjelenése Magyarország térszerkezetében

A vízi infrastruktúra időbeli változásai mellett a területi különbségeket is megvizsgáltam a már felsorolt a./–g./ paraméterek esetében, régiós egységekre. Minden paraméternél szignifikáns különbség állapítható meg a régiók között az alábbiak szerint.

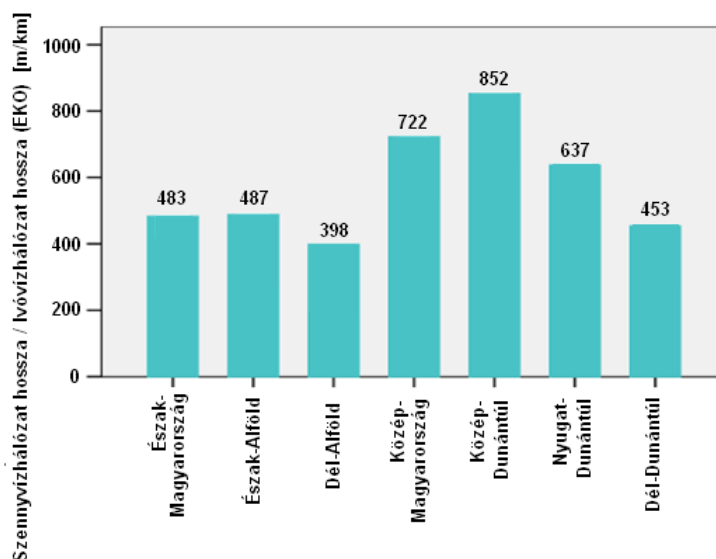
a./

Szignifikáns különbség van a régiók között az elsődleges közműolló mértékében ($F = 16,679$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 12. melléklet):

- a Közép-dunántúli régió a leginkább elkülönülő, a Közép-magyarországi régiót kivéve minden régióval szignifikáns különbséget mutat, szignifikánsan magasabb az elsődleges közműolló mértéke ebben a régióban, mint a többiben;
- a Közép-magyarországi régió szintén szignifikánsan magasabb mértékű elsődleges közműollóval rendelkezik a legtöbb régió elsődleges közműollójával összehasonlítva, csupán a Közép-dunántúli és a Nyugat-dunántúli régiók elsődleges közműollójának átlagos mértékével összehasonlítva nem szignifikáns;
- a Nyugat-dunántúli régió a Dél-alföldi és a Dél-dunántúli régió elsődleges közműollójánál szignifikánsan magasabb elsődleges közműollóval bír, míg a Közép-dunántúli régióénál szignifikánsan alacsonyabb elsődleges közműollóval rendelkezik;
- a Dél-alföldi régió a legalacsonyabb elsődleges közműollóval rendelkező régió, amely szignifikánsan alacsonyabb, mint a Közép-magyarországi, a Közép-dunántúli és a Nyugat-dunántúli régió elsődleges közműollója;
- a Dél-dunántúli régió a második legalacsonyabb elsődleges közműollóval rendelkezik, amelyben a Dél-alföldi régióhoz hasonlóan szignifikánsan alacsonyabb az elsődleges közműolló, mint a Közép-magyarországi, a Közép-dunántúli és a Nyugat-dunántúli régióban;

- az Észak-magyarországi és az Észak-alföldi régiók különülnek el a legkevésbé a többi régiótól az elsődleges közműellátást vizsgálva. Mindkét régió szignifikánsan alacsonyabb elsődleges közműellátással bír, mint a Közép-magyarországi és a Közép-dunántúli régió.

A 4.3-1. ábra mutatja a régiók közötti különbségeket az elsődleges közműellátás tekintetében a vizsgált időszak átlagában. A diagram kirajzolja a kistéleplésekben gazdag megyéket (Baranya, Somogy – Dél-dunántúli régió, Borsod-Abaúj-Zemplén – Észak-magyarországi régió) magába foglaló régiókat az alacsonyabb elsődleges közműellátás jellemzővel. Az előző fejezetek tanúsága szerint az EKO jelenlegi értékét a csatornázottság szintje határozza meg, és ennek az infrastrukturális ágban a fejletlensége főleg kistéleplésekre jellemző. A legalacsonyabb átlagos EKO-értékkel bíró Dél-alföldi régió esetében, szintén a csatornázás fejletlensége a „helyezés” oka, de itt nem település-szerkezeti okokra vezethető ez vissza, hanem a dolgozat 3.1. fejezetében tárgyalt szignifikáns korrelációra a GDP és a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított aránya között.

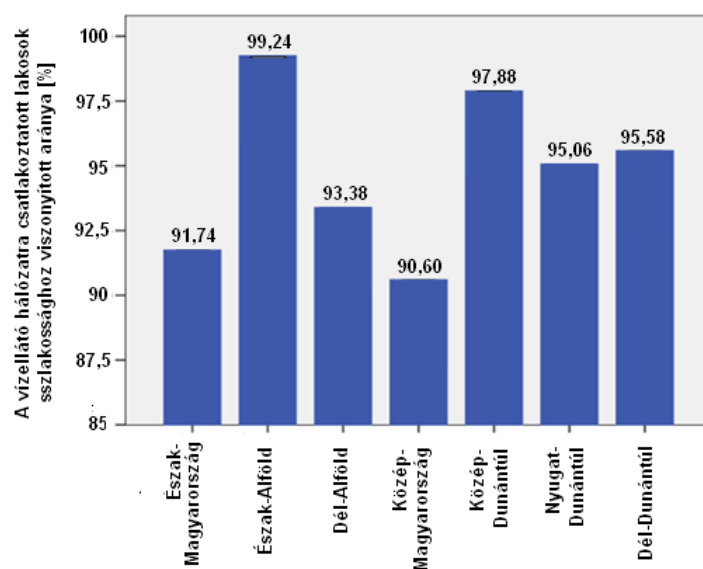


4.3-1. ábra: Az elsődleges közműellátás területi differenciái 1996–2011 között.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

b./

Szignifikáns különbség van regionális szinten a vízhálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított arányában ($F = 12,605$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 4.3-2. ábra, 13. melléklet):

- a vízhálózatba bekapcsolt lakosok aránya az Észak-alföldi régióban a legmagasabb, a Közép-dunántúli régiót kivéve minden régió ugyanezen mutatójánál szignifikánsan magasabb;
- a Közép-dunántúli régió, amelyben a második legnagyobb értéket veszi fel a vízhálózatba bekapcsolt lakosok aránya, jelentősen különbözik az Észak-magyarországi, a Közép-magyarországi és a Dél-alföldi régió átlagos arányától;
- a Dél-dunántúli régió átlaga szignifikánsan alacsonyabb, mint az Észak-alföldi régióé, és jelentősen magasabb, mint az Észak-magyarországi és a Közép-magyarországi régió aránya;
- a Nyugat-dunántúli régióban a vízhálózatba bekapcsolt lakosok aránya magasabb, mint a Közép-magyarországi régióban, és alacsonyabb, mint az Észak-alföldi régióban;



4.3-2. ábra: A vízhálózatra csatlakozók aránya az 1996–2011 közötti időszakban - régiók közötti különbségek.

Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

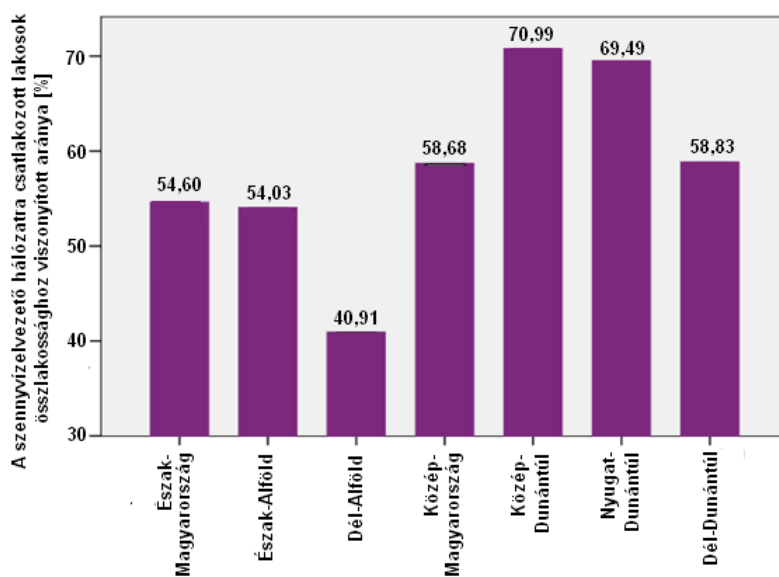
- a legalacsonyabb ugyanezen arány a Közép-magyarországi régióban, amely négy régió arányaival összehasonlítva mutat szignifikánsan alacsonyabb arányokat: az Észak-alföldi és minden dunántúli régió vizsgált mutatójával;
- az Észak-magyarországi régió szignifikánsan alacsonyabb értéket mutat az Észak-alföldi, a Közép-dunántúli és a Dél-dunántúli régió arányánál;

- a Dél-alföldi régióban a vízhálózatba bekapcsolt lakások aránya jelentősen alacsonyabb, mint az Észak-alföldi és a Közép-dunántúli régió ugyanezen aránya.

Bár az eddigiekben a vízellátás szintjének egyenletesen közel 100%-os kiépítéséről volt szó, mégis – bár kis százalékpontnyi nagyságrendű, de szignifikáns területi differenciák tapasztalhatók az egyes régiók között. A vizsgált 7 mutató közül ennél, a vízhálózatra csatlakozók és az összlakosság arányánál tapasztalható a legnagyobb eltérés a régiók elfogadott fejlettségi szintjétől. Így például a legjobb eredményt az Észak-alföldi régió, a leggyengébbet a Közép-magyarországi régió érte el. Az utóbbi magyarázatául szolgálhat az anyagi források termelő szférába koncentrálása, lévén a víziközmű beruházások hosszan megtérülők.

c./

Régióként szignifikánsan különbözik a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított aránya ($F = 29,125$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 4.3-3. ábra, 14. melléklet):



4.3-3. ábra: A csatornahálózatra csatlakozók aránya az összlakossághoz viszonyítva 1996–2011 között, régiók közötti különbségek.

Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

- a Közép-dunántúli és a Nyugat-dunántúli régióban a legmagasabb a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz viszonyítva. Mindkét régióban szignifikánsan magasabb arányok tapasztalhatók, mint az Észak-magyarországi, az Észak-alföldi, a Dél-alföldi, a Dél-dunántúli és a Közép-magyarországi régióban;

- ugyanez az arány a legalacsonyabb a Dél-alföldi régióban, amely minden más régióban mért aránytól szignifikánsan alacsonyabb arányokat mutat;
- a Dél-dunántúli és a Közép-magyarországi régió hasonló (csaknem 59%-os) arányokkal rendelkezik; egymáshoz szintén hasonló arányokat mutat az Észak-magyarországi és az Észak-alföldi régió, mind a négy régióban a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok aránya szignifikánsan magasabb, mint a Dél-alföldi és jelentősen alacsonyabb, mint a Közép-dunántúli és a Nyugat-dunántúli régió arányai.

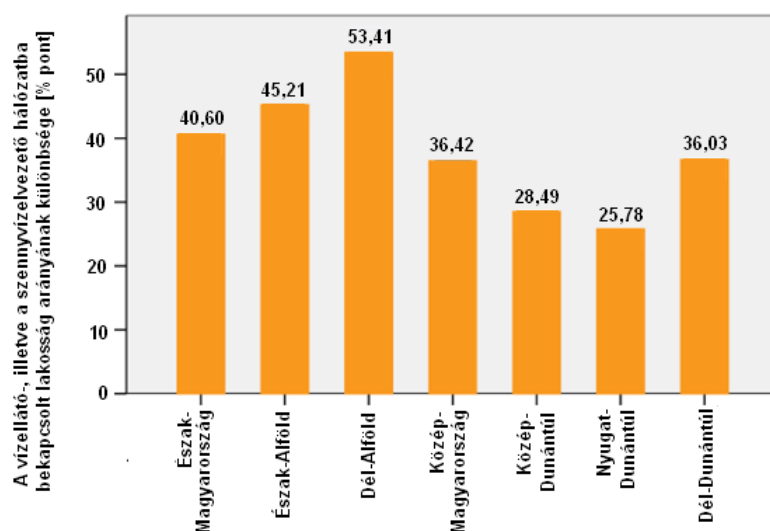
Az előző két diagram összevetésével megállapítható, hogy a Közép-magyarországi régió a középmezőnyben elhelyezkedő csatornázottsági arányával és a leggyengébb vízhálózatra kötési arányával az elsődleges közműolló terén a második, a következőkben vizsgált másodlagos közműolló szerint a harmadik helyen áll. A közműollók bármelyik típusát tehát mindig alkotóelemeinek megvizsgálása után tudjuk reálisan értékelni.

d./

Szignifikáns különbség van a régiók között a másodlagos közműolló mértékében is ($F = 23,995$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 4.3-4. ábra, 15. melléklet):

- a Dél-alföldi régióban a vízhálózatba és a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok arányának különbsége szignifikánsan magasabb minden más régió ugyanezen mutatójánál – itt a mutató magas értéke a kedvezőtlenebb állapotot jelzi;
- a Nyugat-dunántúli régióban a vízhálózatba és a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok arányának különbsége szignifikánsan alacsonyabb, mint a többi régióban – kivételt képez ez alól a második legalacsonyabb mutatóval rendelkező Közép-dunántúli régió;
- az Észak-alföldi régió másodlagos közműollójának átlagos mértéke alacsonyabb, mint a Dél-alföldi régióban mért érték, és jelentősen magasabb, mint a dunántúli régiókban mért értékek;
- a Közép-dunántúli régióban szignifikánsan alacsonyabb a másodlagos közműolló átlagos mértéke, mint az Észak-magyarországi, az Észak-alföldi és a Dél-alföldi régióban;
- a Dél-dunántúli régió ugyanezen mutatója szignifikánsan alacsonyabb az Észak-alföldi és a Dél-alföldi régióban mért értéktől, és jelentősen magasabb a Nyugat-dunántúli régióban levő másodlagos közműolló mértékétől;

- az Észak-magyarországi régióban a másodlagos közműolló szignifikánsan magasabb a Közép-dunántúli és a Nyugat-dunántúli régióban mérttől, és alacsonyabb, mint a Dél-alföldi régióban;
- a Közép-magyarországi régió másodlagos közműollója jelentősen alacsonyabb, mint a Dél-alföldi régióban mért, és szignifikánsan magasabb, mint a Nyugat-dunántúli régióban mért érték.



4.3-4. ábra: A másodlagos közműolló területi differenciái az 1996–2011 közötti időszakban.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

Az 4.3-1. és a 4.3-4. ábra összevetésével megállapítható, hogy a közműolló két típusa szerint az egyes régiók eltérő besorolást kaptak, csak az utolsó helyezett Dél-alföldi régiónál egyforma mindkét mutató szerint az értékelés.

e./

A mechanikai és biológiai szennyvíztisztító kapacitás arányának térbeli jellegzetességeit is az időbeli változások vizsgálatára létrehozott változó (attribútumai: biológiai szennyvíztisztító kapacitás kisebb a mechanikainál; egyenlő a két típus; biológiai nagyobb) bevonásával elemeztem. Az eredményeket a 4.3-1. táblázat foglalja össze. Sorai az egyes régiókon belül a mechanikai és biológiai szennyvíztisztító kapacitás három kritérium szerinti megoszlását mutatják szolgáltató-számmal, illetve az összes szolgáltató %-ában. Az Észak-magyarországi régióban 43 szolgáltató, az összes 17,3%-a esetében kisebb a biológiai szennyvíztisztító kapacitás a mechanikainál, 205 szolgáltató (82,3%) esetében egyenlő, és egy (0,4%) olyan vállalkozás van, amelyiknél a biológiai szennyvíztisztító kapacitás a nagyobb.

4.3-1. táblázat: A mechanikai és biológiai szennyvíztisztító kapacitások megoszlása – keresztábra.
 Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

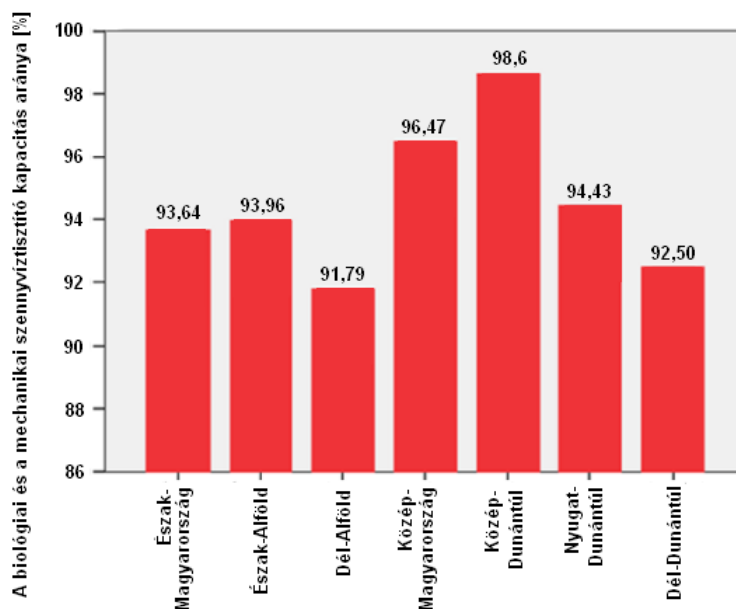
Régió		A biológiai szennyvíztisztító kapacitás (BSZTK) nagysága a mechanikai szennyvíztisztító kapacitáshoz (MSZTK) viszonyítva			
		BSZTK < MSZTK	BSZTK = MSZTK	BSZTK > MSZTK	Összesen
Észak-Magyarországi régió	[db]	43	205	1	249
	[%] régióból	17,3	82,3	0,4	100
	[%] összesből	15,8	20,2	6,7	19,1
Észak-Alföldi régió	[db]	37	150	0	187
	[%] régióból	19,8	80,2	0	100
	[%] összesből	13,6	14,7	0	14,3
Dél-Alföldi régió	[db]	55	189	0	244
	[%] régióból	22,5	77,5	0	100
	[%] összesből	20,2	18,6	0	18,7
Közép-Magyarországi régió	[db]	17	135	4	156
	[%] régióból	10,9	86,5	2,6	100
	[%] összesből	6,3	13,3	26,7	12,0
Közép-Dunántúli régió	[db]	35	92	7	134
	[%] régióból	26,1	68,7	5,2	100
	[%] összesből	12,9	9,0	46,7	10,3
Nyugat-Dunántúli régió	[db]	25	114	2	141
	[%] régióból	17,7	80,9	1,4	100
	[%] összesből	9,2	11,2	13,3	10,8
Dél-Dunántúli régió	[db]	60	132	1	193
	[%] régióból	31,1	68,4	0,5	100
	[%] összesből	22,1	13	6,7	14,8
Összesen	[db]	272	1017	15	1304
	[%] nagyságból	20,9	78	1,2	100
	[%] összesből	100	100	100	100

A szennyvíztisztítási kapacitás és a szennyvíztisztítás hatásfoka (amelyet a biológiai szennyvíztisztító fokozat megléte jelentősen följavít) alapján a legkedvezőbb helyzetű régió a Közép-magyarországi, ahol a szolgáltatók 86,5%-ánál ugyanolyan mennyiségű szennyvíz tisztítható biológiai fokozattal, mint az alap mechanikai fokozattal, és a szolgáltatók 4%-ánál a biológiai szennyvíztisztító kapacitás meghaladja a mechanikait. A vállalkozások 10,9%-ánál a biológiai fokozat kapacitása kisebb. A legkedvezőtlenebb helyzet a Dél-dunántúli régiót jellemzi, ahol a szolgáltatók 68,4+0,5%-a (a 0,5% nagyobb szennyvíz mennyiség biológiai fokozattal történő kezelésére is rendelkezik kapacitással) tudja a teljes mechanikailag tisztított szennyvízmennyiséget biológiai fokozattal is kezelni, 31,1% esetében a biológiai szennyvíztisztító fokozat kapacitása kisebb a mechanikainál.

Az egyes régiók során belül az alsó %-sorok az „ún.” oszlopszázalékok. Értelmezése: az összes olyan szolgáltató közül, amelynél a biológiai szennyvíztisztító kapacitás kisebb, mint a mechanikai (=1. oszlop), 15,8% az Észak-magyarországi, 13,6% az Észak-alföldi, 20,2% az Dél-alföldi, 6,3% a Közép-magyarországi, 12,9% a Közép-dunántúli, 9,2% a Nyugat-dunántúli és 22,1% a Dél-dunántúli régióban van.

A biológiai és a mechanikai szennyvíztisztító kapacitás arányában szignifikáns különbség van a régiók között, a két változó közötti kapcsolat gyenge ($F = 2,139$, $\text{sig} = 0,046$), ld. 16. melléklet).

Két régió különbözik szignifikánsan egymástól: a Dél-alföldi régió jelentősen alacsonyabb biológiai/mechanikai szennyvíztisztító kapacitás aránnyal írható le, mint a Közép-dunántúli régió (ld. 4.3-5. ábra).



4.3-5. ábra: A mechanikai és a biológiai szennyvíztisztító kapacitás aránya régióként 1996–2011 között.

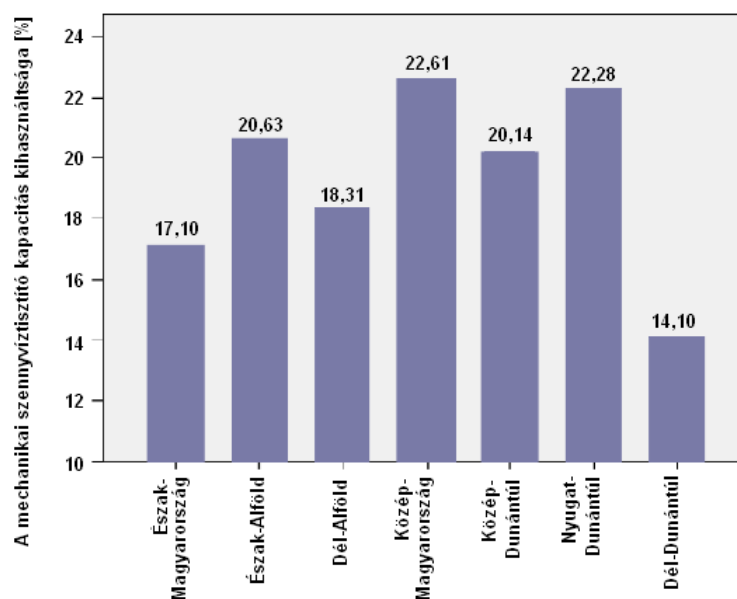
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

f./

A mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága régiók szerint szignifikáns különbséget mutat ($F = 17,468$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 4.3-6. ábra. 17. melléklet):

- a Közép-magyarországi és a Nyugat-dunántúli régióban a legmagasabb a mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága; mindkettő régió kihasználtsági mutatója szignifikánsan különbözik az Észak-magyarországi, a Dél-dunántúli és a Dél-alföldi régió átlagos kihasználtsági mutatójától;

- az Észak-alföldi régió jelentősen nagyobb mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsággal rendelkezik, mint az Észak-magyarországi és Dél-dunántúli régió;
- a Közép-dunántúli régió ugyanezen mutatója csak a Dél-dunántúli régióénál mutat szignifikánsan magasabb kihasználtságot;
- a Dél-dunántúli régió tér el leginkább a többitől, az összes régióban szignifikánsan magasabb a mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága;
- a Dél-dunántúli régióban található a legkisebb kihasználtsági mutató, ez minden más régiónál szignifikánsan kisebb arányokat vesz fel;
- a Dél-alföldi és az Észak-magyarországi régió mechanikai szennyvíztisztító kapacitásainak kihasználtsága jelentősen kisebb az Észak-alföldi és a Közép-magyarországi régió ugyanezen mutatóinál, azonban szignifikánsan magasabb, mint a Dél-dunántúli régió kihasználtsági mutatója.



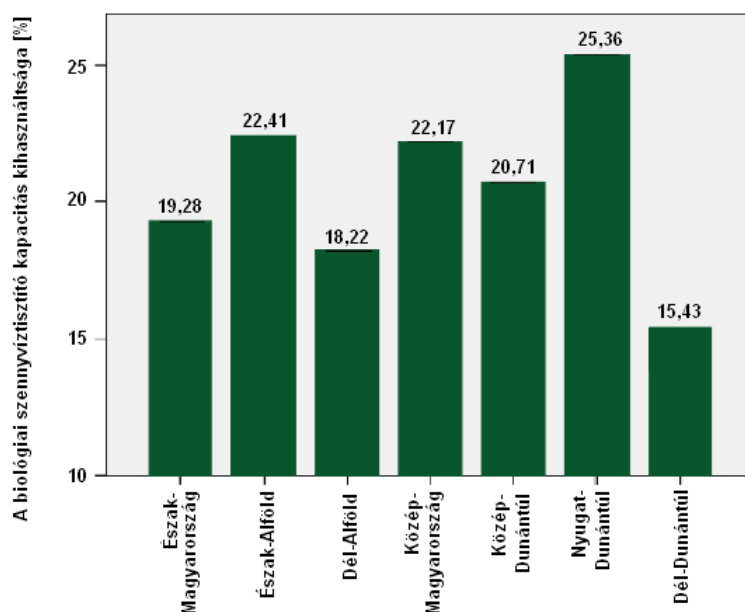
4.3-6. ábra: A mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága régióként 1996–2011 között.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

g./

A biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága régiók szerint szignifikáns különbséget mutat ($F = 13,793$, $\text{sig} = 0,000$), ld. 18. melléklet):

- a legmagasabb biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsággal rendelkező régió, a Nyugat-dunántúli régió szignifikánsan magasabb arányokat mutat a Dél-dunántúli, a Dél-alföldi, az Észak-magyarországi és a Közép-dunántúli régió ugyanezen mutatóinál;

- a hasonló kihasználtsági mutatókkal rendelkező Észak-alföldi és Közép-dunántúli régió jelentősen magasabb százaléértékeket vesz fel, mint a Dél-alföldi és a Dél-dunántúli régió;
- szintén hasonlóan alakulnak az értékek az Észak-magyarországi és a Közép-dunántúli régióban, amelyek biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága jelentősen alacsonyabb százalékot mutat, mint a Nyugat-dunántúli régióé, és szignifikánsan magasabb a mutatók értéke, mint a Dél-dunántúli régióban;
- a két legalacsonyabb kihasználtsági mutatóval rendelkező régió a két déli régió; a Dél-alföldi régió „csak” az Észak-alföldi, a Közép-magyarországi, valamint a Nyugat-Dunántúli régióknál mutat szignifikánsan alacsonyabb százaléértékeket, míg a Dél-Dunántúli Régió csaknem az összes többi régióknál jelentősen alacsonyabb biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsággal rendelkezik – kivéve a Dél-alföldi régiót.



4.3-7. ábra: A biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága régióként 1996–2011 között.
Forrás: MAVÍZ-adatok alapján SPSS 20.0 programmal szerk. Eördöghné M. M. 2012

A közműollóra vonatkozó elemzések összegzését a Bennett módszer (ABONYINÉ P. J., 1999) segítségével végeztem el. A módszer lényege, hogy minden egyes paraméter esetében a legmagasabb eredményt elérő változó (itt régió) kapja a 100%-os értékelést, a többi értéket

paraméterenként ennek százalékában fejezzük ki. A számított adatokat régióként összeadva alakul ki a rangsor.

4.3-2. táblázat: Magyarország régióinak víziközmű mutatói.
Forrás: MAVÍZ adatok alapján szerk. Eördöghné M. M. 2012

<i>Régió</i>	<i>Vízhálózatba bekapcsolt lakások aránya az össz- lakosságból</i>	<i>Csatorna- hálózatba bekapcsolt lakások aránya az össz- lakosságból</i>	<i>Elsődleges közműtolló</i>	<i>Másodlagos közműtolló *</i>	<i>Biológiai és mechanikai szennyvíz- tisztító kapacitás aránya</i>	<i>Összegezve</i>
Közép-Dunántúl	98,63%	100,00%	100,00%	96,35%	100,00%	494,98%
Nyugat-Dunántúl	96,31%	97,89%	74,77%	100,00%	95,77%	464,74%
Közép- Magyarország	91,29%	82,66%	84,74%	85,66%	97,84%	442,20%
Dél-Dunántúl	95,79%	82,87%	53,17%	85,38%	93,81%	411,02%
Észak-Alföld	100,00%	76,11%	57,16%	73,82%	95,29%	402,38%
Észak- Magyarország	92,44%	76,91%	56,69%	80,03%	94,97%	401,05%
Dél-Alföld	94,10%	57,63%	46,71%	62,77%	93,09%	354,30%
* MKO komplementere, hogy minden paraméternél az emelkedő érték legyen a kedvező						

A végeredményben a sorrend eleje és vége a papírforma szerinti, a Közép- és Nyugat-dunántúli régióké az első 2 hely, a listát a Dél-alföldi régió zárja. A köztes rovatokban azonban eltérő eredmények is feltűnnek, így például a vízhálózatba bekapcsolt lakások arányát illetően a Közép-magyarországi régió az utolsó helyen áll, és ugyanezen mutató szerint az Észak-alföldi régió az első. A vízellátottság szempontjából tehát a Közép- és Észak-magyarországi régió a lejtő mélypontja, és szigetszerűen emelkedik ki a határán az Észak-alföldi és a Közép-dunántúli régió, és a határok felé nyugatra és délre is alacsonyabb a mutató értéke. A sok más gazdasági stb. mutató szempontjából értelmezhető lejtő völgye a vízellátásban tehát eltolódott és „dombokkal tagolt”.

Megvizsgáltam, hogy mi lehet az indoka annak, hogy a Közép-magyarországi régió vízellátottság terén az egyéb gazdasági mutatóktól eltérő helyezést ért el. A régióba koncentrálódó beruházások a vízi infrastruktúra-fejlesztésnél gyorsabb megtérülést eredményező termelő ágazatokat célozták meg. Ez részben magyarázat a víziközművek fejlettsége és a többi gazdasági paraméter közötti különbségekre. További kiváltó ok, hogy a vízhálózatra csatlakozott lakosságarány vonatkozásában az elemzés induló évében, 1996-ban a Közép-magyarországi régió az utolsó helyen álló Dél-alföldi régiót mindössze 0,1%-ponttal előzte meg. Ennek oka főleg Pest megye lemaradása volt, itt volt a vízhálózatra csatlakozott

lakosságarány megyei átlagértéke országosan a legalacsonyabb (ld. 4.2-1. táblázat). A vizsgálat időtartama alatt mind a megye, mind a régió hátránya a vízhálózatra csatlakozott lakossághányadot illetően csökkent az országos átlagértékhez viszonyítva, de a különbségcsökkenés mértéke nem volt elegendő a kedvezőtlen pozícióból történő elmozduláshoz. A hátrány ledolgozását nehezítette a régióra jellemző kiemelkedő belső vándorlási pozitívum, és az ebből adódó nagyszámú lakásépítés. Ezek infrastruktúra-bővítés igényét és a lemaradás kiegyenlítését együtt a megtörtént fejlesztések teljes mértékben nem tudták kielégíteni. Az általános közműépítés ütemének elmaradását a lakásépítések mögött a lakáshelyzetet elemző tanulmányok is kimutatták (MOKOS B. 2001).

5. Eredmények összefoglalása

Doktori értekezésem összefoglalt célkitűzése egy komplex kép felvázolása volt a magyarországi vezetékes vízfelhasználás tér- és időbeli jellegzetességeiről, különösen a rendszerváltozás óta eltelt évtizedekre vonatkozóan, miután ebben az időszakban a víziközművek terén is alapvető változások zajlottak. Mivel az „örökölt állapotnak” a gyökerei, (akkor) ésszerű okai mindig az előző társadalmi körülményekben találhatók, visszatekintettem a magyarországi vízellátás kialakulásának folyamatára. Számadatokkal, trendek ismertetésével vázoltam fel a mai értelemben vett vezetékes vízellátás fejlődését, a rá ható történelmi, társadalmi, természeti és gazdasági adottságokat. Fontosnak érzem ennek az információs háttérnek az ismeretét a vízellátás ökológiai szempontú fenntarthatósága eléréséhez vezető úton.

A kommunális vízfogyasztás területén erősíteni a vízhasználat-ésszerűsítés szándékát kettős megtérüléssel jár: a közvetlen, saját vízfelhasználás-csökkenés mellett segíti az ésszerűbb vízhasználat módszereinek terjedését a termelő ágazatokban is. A lakosság „víztudatosságának” fejlesztése a valós állapot, az igények és a készletek megismertetésén keresztül így egyben a környezeti paradigmaváltást elősegítő eszköz.

A fenntarthatóság ma időszerű tartalmának egyértelműsítéséhez népszerűsége esélyes, újszerű megfogalmazást alkalmaztam az ökológiai és ökonómiai értelmű fenntarthatóság fogalmak használatával.

A kutatás jelentős eredményének tartom azt is, hogy a vízellátás területi sajátosságainak megrajzolása (átvitt értelemben, de szó szerint is a 25 szerkesztett kartogrammal, kartodiagrammal) mellett szakmai körökben közkeletű fogalmak jellemzőit, összefüggéseit pontosítottam. Ilyenek között megemlítem a vízdíj és a vízfogyasztás összefüggését, illetve a közműolló-fajtákkal leírt területek különbözőségeit.

Az elemzések eredményei a kitűzött célok tükrében

1. A gazdasági helyzet és a vízi infrastruktúra kölcsönhatása

A szakirodalmi áttekintés alapján képet rajzoltam a vízi infrastruktúra, mint technikai innováció térbeli terjedéséről a hatótényezők felvázolásával. Bemutattam a vízellátó és szennyvízelvezető hálózat fejlődését, az ezekkel a szolgáltatásokkal ellátott lakosság részarányának változását meggyéknként a vizsgált időszak (1996–2011) első és utolsó éve adatainak összevetésével. A víziközművek terjedésére ható természeti, társadalmi és gazdasági tényezők közül az utóbbi

csoportból a bruttó hozzáadott érték (GDP/fő) mutató, mint adott terület gazdasági fejlettségét leképező paraméter hatását vizsgáltam meg az érintett terület vízi infrastruktúrájának fejlődésére, amely fejlődést 4 változó segítségével követtem nyomon.

A vízi infrastruktúrán belül a vízellátó hálózat fejlődésére (**a vízhálózatba bekapcsolt lakosok** egyes szolgáltatóknál mért **arányára az összlakossághoz viszonyítva**) a vizsgált időszakban a GDP/fő mutatóval kifejezett gazdasági fejlettségi szintnek nincs szignifikáns hatása, kötelező önkormányzati feladatként nem a gazdasági lehetőségek határozták meg a fejlesztéseket és ezzel a fejlődés ütemét ezen a részterületen. A csatornázottság fejlődésére (az egyes szolgáltatóknál **a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított arányára**, egyszerűbben csatorna-csatlakozási arány) – és ezen keresztül **az elsődleges és a másodlagos közműolló** értékére – kimutatható a gazdaság állapotának hatása: a gazdasági fejlettséggel összhangban változik kedvező vagy kedvezőtlen irányba a csatornázás kiépítése és a közműollók nagysága. A mindkét fajta közműollóra gyakorolt hatás vizsgálatát az indokolta, hogy az egyes megyék sorrendje a két közműolló alapján eltérő. A korrelációvizsgálat alapján megállapítottam, hogy az elemzett 16 éves periódus átlagában a GDP/fő mutató a legerősebb hatást a függő változók közül a csatornahálózatba bekapcsolt lakosok összlakossághoz viszonyított arányára gyakorolta a Pearson-korrelációs együttható tanúsága szerint:

$r_{\text{csatorna-csatlakozási arány}} = 0,265$ – közepesen gyenge, pozitív kapcsolat;

$r_{\text{elsődleges közműolló}} = 0,258$ – közepesen gyenge, pozitív kapcsolat;

$r_{\text{másodlagos közműolló}} = -0,214$ – közepesen gyenge, negatív kapcsolat.

(A két utóbbi változó ideális értékei a mérőskála egymással ellentétes végein találhatók, így az eltérő értelmű korreláció racionális.)

Az ellentétes értelmű hatás – a vízi infrastruktúra oldaláról a gazdaság felé – nehezebben kimutatható a választott nézőpontból, a vizsgálatba bevont paraméterek esetében szignifikáns hatás nem volt észlelhető. A vizsgált paraméterek, az évente épített lakásszám és a belföldi vándorlási különbözet – mint adott térség népesség-megtartó képességének mutatói – esetében azt a megállapítást lehet tenni, hogy a vízi infrastruktúra fejlődése önmagában nem elegendő a helyben maradó népesség arányának növekedéséhez.

2. A vezetékes vízfogyasztás nagyságára ható tényezők

Feltérképeztem a fejenkénti vezetékes ivóvízfogyasztás nagyságának eloszlását vízszolgáltató vállalatokként, Baranya megye egy szolgáltatója tekintetében településenként. A lakossági vízfogyasztás időbeli változásait visszavezettem a rendszerváltozásig, mivel az akkor átalakult

ellátó és díjazási rendszer hatása máig érezhető. Az átlagtól nagymértékben eltérő vízfogyasztási adatokat a fogyasztói háttér megvilágításával elemeztem, és rámutattam például a wellness-vendégek eltérő vízfogyasztási szokásainak kimutathatóságára olyan kisebb vízszolgáltatók esetében, amelyeknél – a méretükből adódóan – ezek a speciális igények nem vesznek el a vízfogyasztói tömeg mutatószámaiban.

A sokparaméteres összefüggésben, amely az ún. ivóvíz-fogyasztási fejadag (liter/fő, nap) nagyságát meghatározza, kialakítottam a hatótényezők olyan útmodelljét, amelyek együttesen jó magyarázó erejűnek mondhatók, 46,9%-ban magyarázzák meg a vízfogyasztás nagyságát. A hatótényezők között nem szerepel a vízdíj, ami az általános szakmai közvélekedéstől és az előzetes feltevésemtől is eltérő eredmény. Magyarázatát a vizsgált időintervallum gazdaságtörténeti helyében találtam meg: a vízdíj sokkszerű hatása a vízfogyasztás nagyságára az 1990. évi gazdasági fordulatot követő első években érvényesült, 1996-ra már lecsengett, hatása erősen mérséklődött.

A településtípus vízfogyasztás nagyságot determináló, azt csökkentő hatása négy olyan paraméter esetében nyilvánult meg, amelyeknek vízfogyasztás-mérséklést kiváltó hatás kis települést/településeket ellátó vízszolgáltatókra jellemző. Az alacsony szennyvízmennyiség, alacsony vízmű termelő kapacitás és a magas értékesített vízre vetített vízvezeték-hálózat hosszúság, valamint a magas (kedvezőtlen) másodlagos közműháló érték paraméterek mindegyike rurális ellátási területtel rendelkező vízszolgáltatókra jellemző. Emellett a csatornaszolgáltatásban részesülő lakosság nagy száma és a fogyasztói sűrűség magas értéke viszont a városi vízszolgáltatók sajátossága. A településtípus vízfogyasztást befolyásoló szerepe közvetve, a modell paramétereinek jellegzetességeiből nem következtethető ki egyértelműen. A markánsan rurális és urbánus szolgáltatók körében végzett vizsgálatok viszont igazolták, hogy a kistelepüléseken a fejenkénti vízfogyasztás szignifikánsan alacsonyabb, 77,4%-a az urbánus településeken mért értéknek.

A csatornázottság összefüggése a vízfogyasztás nagyságával több mutatón keresztül is bebizonyosodott: egyrészt a csatornaszolgáltatásban részesülő lakosságszám, másrészt az értékesített ivóvízre vetített szennyvízmennyiség jelzi a korrelációt. Mindkét mutató városi, kiterjedt vízművekre jellemző, magas értéke eredményezi a vízfogyasztás csökkenését.

3. Rurális és urbánus térségek vízhasználata

Összehasonlítottam a különböző ellátási területtel rendelkező vízszolgáltatókat, és a szolgáltató méretétől, ellátási területétől függő eltéréseket tapasztaltam az ellátó hálózat és fogyasztás

oldalán is. Definiáltam egy fogalmat, amely alkalmas a szolgáltatók csoportokra bontására. Ez a fogalom a **fogyasztói sűrűség**, az ellátó hálózat hosszára jutó ellátottak száma. Empirikus tapasztalatok alapján kitűztem azt a fogyasztói sűrűség határértékét (0,15 fő/m), amely alapján rurálisnak vagy urbánusnak minősíthető egy vízszolgáltató ellátási területe. A két szolgáltatói csoport között egy fogyasztói és négy működést jelző mutató esetében találtam szignifikáns különbséget. A fogyasztást jellemző, eltérő paraméter az ivóvíz-fogyasztási fejadag, amelynek értéke 29,12%-kal magasabb az urbánus (138,8 l/fő, nap), mint a rurális (107,5 l/fő, nap) területen. Összevetve ezt az eredményt a KSH országos adatokkal megállapítható, hogy a jellemzően kistelepülésekből álló régiók vízfogyasztási adatai és az országos átlag, illetve a megyei átlag nagyobb eltérést mutatnak, mint amekkora országosan a falvak és városok átlagos vízfogyasztása közti különbség (8,2%).

A működést leíró paraméterekben tapasztalt különbségek a rurális ellátási területtel rendelkező szolgáltatókra vonatkoztatva:

- a hálózati vízvesztesség alacsonyabb;
- az ivóvíz előállításához fajlagosan több energia szükséges;
- a vízhálózat fajlagos hossza nagyobb;
- a vízmű termelő kapacitásának kiterheltsége nagyobb a rurális szolgáltatóknál.

Megvizsgáltam a **hálózati vízvesztességre**, mint a termelési oldalon meglevő potenciális víztakarékossági lehetőségre ható tényezők körét. Elemzéssel három független változót sikerült kimutatnom, amelyek együttesen 79,9%-ban határozzák meg a hálózati vízvesztesség nagyságát. Ez a három paraméter az értékesített ivóvízmennyiség, a vízfogyasztási fejadag és az ellátott települések száma. Az egyes paraméterek hatásának erőssége alapján összességében megállapítható, hogy a hálózati vízvesztesség szoros összefüggésben áll a vízfogyasztás nagyságával.

Esettanulmányt állítottam össze a kistelepülési környezetben működő vízszolgáltató sajátosságairól fogyasztói és termelői oldalról nézve. Az esettanulmány is igazolta a kistelepülések körében mérhető alacsonyabb vízfogyasztást, a vizsgált szolgáltató területén a fejadag 16%-kal kisebb, mint a megyei, és 24%-kal kisebb, mint az országos átlag. Ugyanakkor a működési költségeket befolyásoló fajlagos paraméterei ezeknek a rendszereknek magasabbak a nagyobb fogyasztói sűrűségű területen működő hálózatokétól, főleg a szennyvízelvezetést és a szennyvíztisztítást illetően mutatkoztak jelentős eltérések.

4. A közműellátók térbeli és időbeli változásai

A vízi infrastruktúra mindkét ága fejlődésének nyomon követésével megállapítottam, hogy a területi egyenlőtlenségek a közműellátók tekintetében a vizsgált időszak alatt a kiinduló állapotban is meglevő különbségekhez viszonyítva tovább nőttek, főleg Budapest és a többi országrész közötti differencia vonatkozásában. Az is megállapítható, hogy a vízi infrastruktúra fejlettségi különbségei csak részben területi jellegűek, a differenciák határozottabban jelennek meg a településhierarchia különböző szintjei között, mint az egyes területi egységek viszonylatában. Magyarország település-fejlődéséből adódóan a különböző térszerkezeti egységek számára eltérő kihívást jelent a vízi infrastruktúra teljes rendszerének kiépítése. Az aprófalvas térségekben mind a gazdasági erő, mind a rendelet kényszerítő erejének hiánya – a magasabb fajlagos beruházási és üzemeltetési igényekkel együtt azt eredményezi, hogy a közel 100%-os vízellátottság mellett a csatornahálózatoknak mind a kiépítettsége, mind a rákötési arány alacsonyabb az átlagosnál. A szennyvízcsatorna-hálózatra csatlakozott lakosság aránya a vizsgált szolgáltatónál kevéssel az országos átlag (69,9%) alatt áll, 68,3%.

A szennyvízhálózat kiépülésének folyamatában a vizsgált időszak alatt évről-évre közel egyenletes fejlődés tapasztalható. Egyfajta inflexiós pontot a 2003. és 2004-es évek jelentenek, ettől kezdődően a vízi infrastrukturális beruházások hatása a fejlettségbeli mutatók értékének fokozottabb emelkedésében is kimutatható.

Az elsődleges és másodlagos közműellátó, mint fejlettségi mutatók szerinti értékelés eredményét egyik oldalon a népsűrűség befolyásolja: a vezetékhálózat-hossz növelésével az újonnan a hálózatra csatlakoztatható lakosságszám nem egyenletesen nő. A fejlesztések későbbi fázisai a ritkábban lakott településrészekben, területrészekben történnek, ahol nagyobb új vezetékhossz kiépítésével kevesebb új fogyasztó számára válik elérhetővé a hálózat. Ez fontos szempont a közműellátó értékelésénél, és különbséget jelent az elsődleges és másodlagos közműellátó szerinti fejlettségi rangsorban. Másik fontos tanulsága az elemzéseknek, hogy a közműellátókat mindig alkotóelemeikkel együtt kell megvizsgálni, két egymáshoz közeli értékű, alacsony fejlettséget mutató víz- és csatornarendszert leíró paraméter (hálózathossz vagy a csatlakozott lakosság aránya) eredményezhet egy jól kiépített kétoldalas vízi infrastruktúrára utaló közműellátót.

A vízi infrastruktúra kiépítettségét és a lakosság ellátottsági arányát kifejező mutatók szerint összesítve Magyarország régiói a szokott fejlettségi sorrendet követik. Kiemelve a vízhálózatra jellemző mutatókat azonban eltérő eredményt kapunk: a hullámvölgyet, a legalacsonyabb fejlettségű területet a Közép- és az Észak-magyarországi régió alkotja, az országhatárok felé kialakuló lejtőből kiemelkedik az Észak-alföldi és a Közép-dunántúli régió. A Közép-

magyarországi régiót a vízhálózatra csatlakozott lakosságarány szempontjából jellemző lemaradás okai közt kimutatható a már az elemzés induló évére jellemző hátrány. Az érintett régió a vízhálózatra csatlakozott lakossághányadot illetően 1996-ban az utolsó helyen álló Dél-alföldi régiót mindössze 0,1%-ponttal előzte meg. Ennek oka főleg Pest megye fejletlensége volt a vezetékes ivóvízellátás területén, a vízhálózatra csatlakozott lakosságarány megyei átlagértéke országosan itt volt a legalacsonyabb, 86,5%. Ez az érték 9,7%-al volt alacsonyabb az országos átlagnál.

A munka folyamán sok esetben igazolódott számomra, hogy a mai innovatív kutatás igényli a társdiszciplínák kooperációját, szükséges az interaktív együttműködés, közös adat- és tudásbázis létrehozása vihet előre a problémakezelés során. Önmagában az adatbázisok több szempontú, nagyobb felbontású összeállítása is jelentős eredmény, mivel ezek mélyebb elemzésekre, konkrétabb, esetleg pontosabb konklúziók levonására adnak módot. Az ilyen értelmű és célzatú adatbázisok teszik lehetővé, hogy információtartalmukat az emberiség javára hasznosítsuk. Az adatbázis alaposabb hozzáigazításával a célrendszerhez, a térbeli egységek jellemzéséhez a mostani kutatásban is még jelentős tartalékok maradtak.

6. A kutatási eredmények hasznosítási lehetőségei és a kutatás további iránya

Dolgozatomban a téma interdiszciplináris jellege miatt több részfeladat kidolgozása útján jutottam el a célkitűzés megvalósításáig. Ebből adódóan a következtetések is több területen hasznosíthatók, illetve szerteágazóak a további kutatási lehetőségek is.

A vezetékes vízfogyasztás nagyságának sajátosságait leíró fejezetek és a levont következtetések hiánypótló jellegűek, hozzájárulhatnak a hálózatoméretezési alapadatok újragondolásához, a jó hálózati vízminőség biztosításához a megváltozott vízfogyasztás-nagyság mellett is. Előmozdíthatják a döntéshozást a vízhatékony megoldások terjedése érdekében, például a wellness-létesítményekben bővelkedő szolgáltatók esetében kimutatott magasabb értékű vízigény döntő érv lehet a víztakarékos csaptelepek alkalmazása mellett.

Eredményeim új megvilágításba helyezik a közműhálózatok értékelését és értelmezését.

Megállapításaim a vízfogyasztás nagyságára ható tényezőkre vonatkozóan elősegíthetik a közeledést az ökológiailag fenntartható vízfelhasználáshoz.

A hálózati vízvesztéshez, illetve a fogyasztói sűrűséghez köthető eredményeim hozzájárulhatnak az ökológiailag és ökonómiailag egyaránt fenntartható vízi infrastrukturális fejlesztések megvalósításához.

További célszerű kutatási irányt jelöl ki a fogyasztói sűrűség hatása a vízi infrastruktúra számos paraméterére, amelyekről a vizsgálataimat a disszertációmban terjedelmi korlátok miatt nem közöltem. Segítségével további elemzések végezhetők a gazdaságos vízszolgáltató méret, hatékonyan ellátható szolgáltatási területnagyság meghatározására az adott terület tetraéder modellben elfoglalt helyétől függően. A vízszolgáltatás fajlagos költségeinek finomabb felbontású adatbázis alapján elvégzett vizsgálata szintén elősegítheti az ökológiailag és ökonómiailag egyaránt fenntartható vízi infrastrukturális rendszerek terjedését, az azok tervezéséhez, kivitelezéséhez és üzemeltetéshez szükséges információk beszerzését.

Minden fenntarthatóságra törekvő megoldás közös jellemzője, hogy együttműködést igényel: „együttműködést” a természet és az ember között és együttműködést a különböző tudományterületek szakemberei között. Dolgozatommal ebben a kooperációs folyamatban kívántam részt venni, és hozzájárulni az ökológiailag és ökonómiailag egyaránt fenntartható vízhasználat elősegítéséhez.

7. Irodalomjegyzék

1. ABONYINÉ P. J. (1999): Általános statisztika alkalmazása a társadalmi-gazdasági földrajzban. Szeged, JATEPress, 123 p.
2. ABONYINÉ P. J. (2007): Infrastruktúra. Budapest – Pécs, Dialóg Campus, 184 p.
3. ALFÖLDI L. (2005): *A birodalmaktól az Európai Unióig. A Kárpát-medence vízrendszereinek történelmi áttekintése, különös tekintettel a trianoni szerződésre.* Földrajzi Értesítő, 54.évf. 1–2. sz., pp. 5–28.
4. ALFÖLDI L. (2010): *A "vízügy" Trianonban. A Kárpát-medence vizeinek természet-földrajzáról.* História, 32. évf. 9–10. sz., pp. 55–57.
5. ALLAN, A. (1993): Fortunately there are substitutes for water: otherwise our hydropolitical futures would be impossible.
Forrás:
<http://www.greenstone.org/greenstone3/nzdl?a=d&c=hdl&d=HASH18430b64ccdf12afd60ed4.3.2&sib=1&p.a=b&p.sa=&p.s=ClassifierBrowse&p.c=hdl>, [utolsó letöltés: 2012. 10. 05.]
6. ANDAI P. (1959): A mérnöki alkotás története. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, pp. 28–86.
7. BANK K. (2006): Apró- és kisfalvak a rendszerváltás után a Dél-Dunántúlon.
Forrás: <http://www2.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/baba/Bank.pdf>, [utolsó letöltés: 2012. 12. 04.]
8. BARNA I. – SZÉKELYI M. (2008): Túlélőkészlet az SPSS-hez. Budapest, Typotex, 456 p.
9. BASKA G. – NAGY M. – SZABOLCS É. (2001): Magyar Tanító.
Forrás: <http://www.iskolakultura.hu/ikultura-folyoirat/documents/books/Magyar%20tan%20EDt%20F3%201901.pdf>, [utolsó letöltés: 2012. 11. 25.]
10. BELUSZKY P. (2009): *A piramis alján. Szolgáltatások - kereskedelem a (kis)falvakban.* Magyar Tudomány, 170. évf. 6.sz., pp. 664–671.
11. BELUSZKY P. – SIKOS T. T. (2007): Változó falvaink. Magyarország falutípusai az ezredfordulón. Budapest, MTA Társadalomkutató Központ, pp. 87–103.
12. BELUSZKY P. – SIKOS T. T. (2011): Változó falvaink. Tizenkét falurajz Kercaszomortól Nyírkárszig. Martonvásár, Akadémiai Kiadó, 360 p.
13. BENCS J. (2007): Vízzelel-lel. Pécs, Hírérték Kommunikációs Ügynökség és Kiadó, pp. 9–41.
14. BERÉNYI L. (2009): *Környezettudatosság vagy környezet-tudatalattiság? Magyar Minőség,* 18. évf. 12. sz, pp. 8–18.

15. BÉRES T. (2004): Környezet és kereszténység. In: SZABÓ L. (szerk.): Ablaknyitás. Budapest, Luther Kiadó, pp. 267–285.
16. BERTÓK L. – BULKAI P. – FEJÉR L. – KOLTAY J. (2006): Az ivóvíz honfoglalása. Budapest, Magyar Víziközmű Szövetség, pp. 17–52.; 83–111.
17. Berwyn, B. (2010): A maják építették az újvilág első vízvezetékét. Forrás: Múlt Kor: http://www.mult-kor.hu/20100506_a_majak_epitettek_az_ujvilag_elso_vizvezeteket, [utolsó letöltés: 2012. 11. 25.]
18. BUDAI P. (2006): Zárt anyagáramokra épülő szennyvízgazdálkodás. Egyetemi elektronikus jegyzet.
Forrás: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:G9fHbR1eiFoJ:www.epito.bme.hu/vest/oktatas/feltoltesek/BMEEOVKAKM2/alter_szvgazd.ppt+&hl=hu&gl=hu&pid=bl&srcid=ADGEESiTeleRVXgb9rL7tpQZ2rAVP66XqqvP0kU6wvPJ5gA8fuiWJ8JpUB_WJ1-uuHoGh_lpfZX1AHqOctMEs9sqRB2rakWs5qInyGcNW-fIA-JgWVelfMFfxi3Zu-RmFsZoiqunNmTa&sig=AHIEtbQcDj5elFtLvEYq7kuGoOiRk6on7w, [utolsó letöltés: 2012. 06. 27.]
19. BUDAY-SÁNTHA A. (2009): Környezetgazdálkodás. Budapest – Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 205 p.
20. BUGYA T. – WILHELM Z. (2004): *Vízbázis-védelem, fenntarthatóság, költségcsökkentés*. Forrás: http://geography.hu/mfk2004/mfk2004/cikkek/bugya_wilhelm.pdf, [utolsó letöltés: 2012. 12. 04.]
21. BURUCS K. (2009): *A vezetékes víz Magyarországon*. História, 31. évf. 5–6. sz., pp. 23-26.
22. BUZÁS K. (2008): Települési vízgazdálkodás - Mérnöki alapok 2. Egyetemi segédlet. Budapest, BMGE, 39 p.
23. CARR, J. A. – D'ODORICO, P. – LAIO, P. – RIDOLFI, L. (2012): On the temporal variability of the virtual water network.
Forrás: <http://www.agu.org/pubs/crossref/2012/2012GL051247.shtml>, [utolsó letöltés: 2013. 02. 27.]
24. CHAPAGAIN, A. K. – HOEKSTRA, A. Y. (2007): Virtual Water Flows between Nations in Relation to Trade in Livestock and Livestock Products. UNESCO-IHE.
Forrás: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report13.pdf>, [utolsó letöltés: 2012. 10. 06.]
25. CHAPAGAIN, A. K. – HOEKSTRA, A. Y. (2004): Water footprints of nations.
Forrás: <http://www.unesco-ihe.org/Project-Activities/Project-Portfolio/Virtual-Water-Trade-Research-Programme/Chapagain-A.K.-and-Hoekstra-A.Y.-2004.-Water-footprints-of-nations-Volume-2-Appendices-Value-of-Water-Research-Series-No.-16-UNESCO-IHE>, [utolsó letöltés: 2012. 10. 04.]

26. COSGROVE, W. J. – RIJBERSMAN, F. R. (2000): World Water Vision: Making Water Everybody's Business. London, World Water Council.
Forrás: <http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=96>, [utolsó letöltés: 2012. 12. 04.]
27. CUSTODIO, E. (2002): *Aquifer overexploitation: what does it mean?* Hydrogeology Journal, Volume 10, pp. 254–277.
28. CSATÁRI B. (2004): A vízfogyasztás települési és társadalmi összefüggései Kecskeméten. Kecskemét, Észak-Bács-Kiskun Megyei Vízművek Rt. Kézirat.
29. CSERNOK A. – EHRLICH É. – SZILÁGY GY. (1975): Infrastruktúra. Korok és országok. Budapest, Kossuth Könyvkiadó, 389 p.
30. DALY, H. (1991): Steady - State Economics. Washington, Island Press, 302 p.
31. DAMRAH, K. - KRECINA, M. - LINKNER, E. - MÜLLER, F. (2005): Energie - Wärme. In: PRYTULA, M. (szerk.): Urbaner Metabolismus. Die städtische Infrastruktur von Berlin. Berlin, Technische Universität Berlin, 26 p.
32. DARABOS P.– SOMLYÓDY L. (2007): Ivóvízellátó hálózatok rekonstrukciója - módszertani elemző tanulmány. Budapest, BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, 71 p.
33. DÉKÁNY L. (2011): *Vízdíj: 500 Ft-os különbség*. Magyar Nemzet 2011. 04. 25., 13 p.
34. DÖVÉNYI Z. (2003): Településrendszer. In: PERCZEL GY. (szerk.): Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza. Budapest, ELTE Eötvös Kiadó, pp. 521–564.
35. EEA (2005): Az európai környezet - Helyzetkép és kitekintés (B. kötet). EEA, pp. 324–351.
Forrás: http://www.eea.europa.eu/hu/publications/state_of_environment_report_2005_1
36. EEA (2012): Towards efficient use of water resources in Europe. Copenhagen, EEA, pp. 35–45.
37. EHRLICHER, W. (1964): Probleme langfristiger Strukturwandlungen des Kapitalstocks. In: Schriften des Vereins für Socialpolitik. Berlin, pp. 871–897.
38. EÖRDÖGHNE M. M. (2010-A): Alternatív vízhasználat a fenntarthatóságért. In: TÓTH J. (szerk.): Földrajzi tanulmányok a pécsi doktoriskolából - VII. kötet Pécs, PTE, pp. 27–38.
39. EÖRDÖGHNE M. M. (2010-B): A vízfogyasztás területi jellemzői Magyarországon. PTE TTK FDI, Geográfia 2010 - V. Magyar Földrajzi Konferencia, Pécs
40. EÖRDÖGHNE M. M. (2011-A): *Vízszolgáltatók és vízfogyasztók a fenntartható vízellátásért*. Magyar Épületgépészet, LX. évf. 1–2.sz., pp. 8–11.

41. EÖRDÖGHNE M. M. (2011-B): Ivóvízfogyasztásunk a fenntarthatóság tükrében. ÉPKO Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó, EMT Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, pp. 110–117.
42. EÖRDÖGHNE M. M. (2011-C): Unser Trinkwasserversorgung im Spiegel der Zahlen der Wasserentnahme. PTE PMMIK Komló, Rotari Press, pp. C42
43. EÖRDÖGHNE M. M. (2012-A): The application of characteristics of utility gap in the water infrastructure concept. In: IVÁNYI P. (szerk.): Architectural, Engineering and Information Sciences, 8. International Phd & DLA Symposium. University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology 2012, Komló, pp. 50.
44. EÖRDÖGHNE M. M. (2012-B): Ökológiailag fenntartható vízellátás. Vízfogyasztás csökkentés az épületgépészetben. SZIE Gödöllő, CD-kiadvány.
45. EÖRDÖGHNE M. M. (2012-C): Vízfogyasztás - fenntarthatóság - településnagyság. In: SIPOS N. - GUNSZT D. (szerk.): Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia 2012, Pécs, PTE Doktorandusz Önkormányzat, pp. 492–503.
46. EÖRDÖGHNE M. M. (2013): A településszerkezet és a vezetékes vízfogyasztás nagyságának összefüggései. In: DÖVÉNYI Z. – DONKA A. (szerk.): A geográfia változó arcai. IDRResearch Kft./Publikon Kiadó Pécs, pp. 65-78.
47. ERDŐSI F. (1978): A társadalom hatása a felszínre, a vizekre és az éghajlatra a Mecsek tágabb környezetében. Budapest, Akadémiai Kiadó, 228 p.
48. FARKAS P. (2000): A humánökológia alapjai. Budapest, Szent István Társulat, 252 p.
49. FÉNYES G. (2007): Középkori vízmű maradványai Budapest Lánchíd. u. 19–21. alól. Forrás: http://epa.oszk.hu/02000/02007/00045/pdf/EPA2007_bp_regisegei_41_2008_193-227.pdf, [utolsó letöltés: 2012. 09. 07.]
50. FERENCZY E. – MARÓTI E. – HAHN I. (1992): Az ókori Róma története. Budapest, Tankönyvkiadó, 436 p.
51. FODOR I. (2001): Környezetvédelem és regionalitás Magyarországon. Budapest – Pécs, Dialóg Campus, 488 p.
52. FODOR I. (2002): A Duna-völgyi régió környezet- és természetvédelmi viszonyai. In: DÖVÉNYI Z. – HAJDÚ Z. (szerk.): A Bécs–Pozsony–Győr–Budapest innovációs tengely és a magyar területfejlesztési koncepciók. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. 281–312.
53. FÖLDVÁRI L. (1990): Küzdelem a víz ellen és a vízért. Kézirat, Hódmezővásárhely.
54. GLATZ F. (2002): A 21. század stratégiai kérdése: a víz 1997–2001. In: GLATZ F. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. VII–XXIV.

55. GLATZ F. (2003): *Víz tározás és életmódváltás az Alföldön*. Ezredforduló 7. évf. 2. szám, pp. 29–34.
56. GRÜLL T. (2009): A leghosszabb ókori vízvezeték.
Forrás: http://bibliairegeszet.blog.hu/2009/03/30/a_leghosszabb_okori_vizvezetek, [utolsó letöltés: 2012. 08. 07.]
57. GYENIZSE P. – RONCZYK L. (2010): A természeti környezet változásának térképezése Pécsen és környékén. In: MEZŐSI G. (szerk.): *Földrajzi tanulmányok 5. kötet - Tájképzés értékelési módszerei a XXI. században*. Szeged, Jatepress, pp. 181–201.
58. HÄGERSTRAND, T. (1952): The propagation of innovation waves. *Lund Studies in Geography*. Lund, The Royal University of Lund, 22 p.
59. HAGGETT, P. (2006): *Geográfia. Globális szintézis*. Budapest, Typotex, 842 p.
60. HAJDÚ Z. (2007): A földrajzi nihilizmus, a földrajzi determinizmus és a földrajzi possibilizmus. In: PAP N. (szerk.): *A területfejlesztés földrajzi alapjai*. Pécs, Lomart, pp. 39–55.
61. HAJNAL K. (2001): A természet- és környezetvédelem új nézőpontjai. In: FODOR I. – TÓTH J. – WILHELM Z. (szerk.): *Ember és környezet – elmélet, gyakorlat*. Lehmann Antal tiszteletkötet Pécs, Dialóg Campus Kiadó, pp. 209–214.
62. HAJNAL K. (2006): A fenntartható fejlődés elméleti kérdései és alkalmazása a település-fejlesztésben. PhD-értekezés, PTE TTK FDI Pécs.
Forrás: http://foldrajz.ttk.pte.hu/tarsadalom/letoltes/teljes_szerkesztett_1.3.pdf, [utolsó letöltés: 2012. 09. 21.]
63. HAJNAL K. (2010): Itt és most. Helyi megoldások a globális válságra. Bükkösd, Zöld Völgyért Egység, 105 p.
64. HALAVÁTS GY. (1896): *Magyarország artézi kútjai*. Természettudományi Közöny 28. kötet.
Forrás: http://epa.oszk.hu/02100/02181/00323/pdf/EPA02181_Termeszettudomanyi_kozlony_1896_366-374.pdf, [utolsó letöltés: 2012. 09. 11.]
65. HANCOCK, G. (1997): *Istenek kézjegyei*. Budapest, Alexandra, 624 p.
66. HIRSCHMANN, A. (1958): *The Strategy of Economic Development*, New Haven, Yale University Press, 217 p.
67. HOEKSTRA, A. Y. – MEKONNEN, M. M. (2012): *The water footprint of humanity*. PNAS.
Forrás: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Hoekstra-Mekonnen-2012-WaterFootprint-of-Humanity.pdf>, [utolsó letöltés: 2012. 09. 10.]
68. HURTON ZS. (2008): *Víz – áru vagy szolgáltatás? Az árképzés problematikája*. Szeged, SZTE Gazdaság- és Társadalomtudományi Tanszék, 65 p.

69. ISTVÁNOVICS V. – HAHN I. – SOMLYÓDY L. (2000): *A jövő vízgazdálkodása: kihívás a mérnök és ökológus számára*. Magyar Tudomány, 161. évf. 10. szám. Forrás: <http://epa.oszk.hu/00700/00775/00023/1202-1211.html>, [utolsó letöltés: 2012. 09. 18.]
70. ISTVÁNOVICS V. – SOMLYÓDY L. (2002): Ökológia és természetvédelem. In: GLATZ F. (szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. 177–204.
71. IVICSICS M. (2010): A maja szökőkutak titkai. Mérnökbázis, <http://www.mernokbazis.hu/cikkek/a-maja-szokokutak-titkai>, [utolsó letöltés: 2012. 09. 19.]
72. JOCHIMSEN, R. (1966): *Theorie der Infrastruktur. Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung*. Tübingen, Mohr, 253 p.
73. JORGENSEN, B. – GRAYMORE, M. – O'TOOLE, K. (2009): *Household water use behavior: An integrated model*. Journal of Environmental Management, pp. 227–236.
74. JUHÁSZ E. (2003): *Magyarország vízi közmű ellátása*. In: SZLÁVIK L. (szerk.): *Vízügyi Közlemények*. 85. évf. 2. füzet, Budapest, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, 180 p.
75. KABA M. (1991): *Thermae mairoes legionis II. adiutricis*. Budapest, Budapesti Történeti Múzeum, 36 p.
76. KAHLENBORN, W. – KRAEMER, A. (1998): *Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland*. Forrás: http://www.umweltbundesamt.de/wasser/veroeffentlich/download/nachhaltige_wasserwirtschaft.pdf, [utolsó letöltés: 2012. 06.27.]
77. KOMENSKY, J. A. – POSPISIL, J. (1996): *Orbis Pictus 1896. (A világ képekben)*. Budapest, Eri kiadó, 283 p.
78. KOVÁCS M. (1985): *A nagyvárosok környezete*. Budapest, Gondolat, 108.p
79. KOVÁCS P. (2008): *A multikollinearitás vizsgálata lineáris regressziós modellekben*. Statisztikai Szemle, 86. évf. 1. szám, pp. 38–67.
80. KOZIOL, M. – VEITH, A. – WALTHER, J. (2006): *Stehen wir vor einem Systemwechsel in der Wasserver- und Abwasserentsorgung? Forschungsverbund netWorks*. Forrás: <http://search.fastaddressbar.com/web.php?s=Stehen+wir+vor+einem+Systemwechsel+in+der+Wasserver+und+Abwasserentsorgung%3F&fid=65017&subid=64381>, [utolsó letöltés: 2012. 11. 19.]
81. KÖCK, H. (2009): *Trinkwasser*. Forrás: <http://www.umweltlexikon-online.de/RUBwasser/Trinkwasser.php>, [utolsó letöltés: 2012. 10. 11.]

82. KÖRÖSPARTI J. – BOZÁN CS. (2008): A földárjás területek vízgazdálkodási problémái. Miskolc, Magyar Hidrológiai Társaság XXVI. Országos Vándorgyűlés 2008. július 4–8. Forrás: <http://www.haki.hu/tartalom/vizgazkcs/foldarja3.pdf>, [utolsó letöltés: 2012. 10. 12.]
83. KŐSZEGFALVI GY. – LOYDL T. (1999): Településfejlesztés. Budapest, ELTE Eötvös Kiadó, pp. 7–18.
84. KŐSZEGFALVI GY. – PAP N. (2007): Az infrastruktúra fejlesztésének néhány kérdése. In: PAP N. szerk.): A területfejlesztés földrajzi alapjai. Pécs, Lomart, pp. 155–165.
85. KUBINYI A. (2010): *A vízvezetésektől az árnyékszékekig*. História, 32. évf. 6-7. sz. pp. 26–27.
86. KULCSÁR J. L. (2008): *Rendhagyó gondolatok a várossá nyilvánításról a megkésett fejlődés kontextusában*. Területi Statisztika, 11. (48.) évf. 5. sz., pp. 509–515.
87. KULSHRESHTHA, S. N. (1993): World water resources and regional vulnerability: Impact of future changes. Forrás: <http://webarchive.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/RR-93-010.pdf>, [utolsó letöltés: 2012. 09. 24.]
88. LÁNG I. (2003): A fenntartható fejlődés Johannesburg után. Budapest, Agroinform Kiadóház, 147 p.
89. LÁSZLÓ E. (1999): Az urbanisztika "kemény diói". In: CSONTOS J. - LUKOVICH T. (szerk.): Urbanisztika 2000. Budapest, Akadémiai Kiadó, pp. 15-21.
90. LÁSZLÓ L. (2002): A településfejlesztési tervezés Magyarországon. In: KOVARSZKI A.–LÁSZLÓ M.–TÓTH J. (szerk.): Múlt, jelen, jövő - a településügy térben és időben. Pécs, PTE TTK Földrajzi Intézet, pp. I–VI.
91. LÁZÁR E. (2009): Kutatásmódszertan a gyakorlatban az SPSS program használatával. Forrás: <http://ghk.csik.sapientia.ro/data/cvk/Lazar%20Ede%20Kutatasmodszertan%20jegyzet.pdf>, [utolsó letöltés: 2013.01.29.]
92. LÁZÁR L. (2010): Tanulmány a KEOP-ból támogatott ivóvizes és szennyvizes projektek fajlagos üzemeltetési, működtetési költségek meghatározásához. Budapest, MAVÍZ, 132 p.
93. LÉNÁRT CS. – BÍRÓ T. (2001): Felszín alatti ivóvízkészletek sérülékenységeinek elemzése debreceni mintaterületen. In: DORMÁNY G. – KOVÁCS F. – PÉTI M. – RAKONCZAI J. (szerk.): Földrajzi konferencia 2001 Szeged. Szegedi Tudományegyetem TTK Természeti Földrajzi Tanszéke, CD-kiadvány

94. LIERMANN, B. (2002): Übersicht zur Wasserversorgung von Rom.
Forrás: antikefan: http://www.antikefan.de/themen/wasser/wasser_rom.html, [utolsó letöltés: 2012. 11. 28.]
95. LLAMAS, R. M. – MARTINEZ-CORTINA, L – MUKHERJI, A (2009): Water Ethics. London, Taylor & Francis Group.
Forrás: <https://www.ihdp.unu.edu/file/download/10844.pdf>, [utolsó letöltés: 2013. 01. 21.]
96. LOVÁSZ GY. (2009): A víz szerepe a magyar társadalom fejlődésében a római kortól napjainkig (kézirat). Tananyagtár. Pécs, PTE PMMIK FDI 110 p.
97. LOYDL T. (2002): A településügy időszerű kérdései. In: KOVARSZKI A. – LÁSZLÓ M. – TÓTH J. (szerk.): Múlt, jelen, jövő - a településügy térben és időben. Pécs, PTE TTK Földrajzi Intézet, pp. 17–24.
98. LUKOVICH, T. - MOGYORÓSI, K. (2013): Fenntartható fejlesztés. Várostervezési útmutató. Budapest, TERC Kiadó. 143 p.
99. MAJÓ Z. (2010): A szegedi ivóvízfelhasználás mérhetősége. Szeged, Szegedi Tudományegyetem. Kézirat.
100. MARJAINÉ SZ. ZS. – KOCSIS T. (2012): Vízlábnym: a fenntarthatóság egy új mérőszáma?
Forrás: http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/959/1/fenn2012_Marjaine_Szerenyi_Zsuzsanna%E2%80%93Kocsis_Tamas.pdf, [utolsó letöltés: 2013. 02. 26.]
101. MARÓTI E. (1987): *Víz, szennyvíz az ókori Rómában*. História 9. évf. 2. sz., pp. 3–5.
102. MARTON L. (2009): *Energiaszint változások az ÉK-Alföld fő vízáadó rétegeiben*. Debreceni Műszaki Közlemények, 8. évf. 1–2.sz., pp. 15–28.
103. MARTON L. (2012): *Az Alföld ásványi kincse: a felszín alatti víz*. Magyar Tudomány, 173. évf. pp. 206–215.
104. MEADOWS, D. H. (2005): A növekedés határai. Harminc év múltán. Budapest, Kossuth Kiadó, 318 p.
105. MEKONNEN, M. M. – HOEKSTRA, A. Y. (2012): A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products.
Forrás: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Mekonnen-Hoekstra-2012-WaterFootprintFarmAnimalProducts.pdf>, [utolsó letöltés: 2012. 10. 4.]
106. MESSNER, F. – ANSMANN, T. (2002): Wassernutzung der privaten Haushalte in Leipzig – Einflussfaktoren der Wassernachfrage und Bedeutung der individuellen Wahrnehmung dieser Faktoren durch die Wassernutzer. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH
Forrás: http://www.ufz.de/export/data/global/29232_UFZ_Bericht_01_2007.pdf, [utolsó letöltés: 2012. 11. 22.]

107. MIKLÓSSY E. (2011): „Város és vidéke”. *Erdei Ferenc és Bibó István területi-társadalomszervezési elgondolásairól*. Területi Statisztika, 14. (51.) évf. 5. sz., pp. 511–530.
108. MOKOS B. (2001): *Lakáshelyzet a XX. sz. végén*. Területi Statisztika, 4. (41.) évf. 4. sz., pp. 394–401.
109. NAGY E. (2012): Évkönyv 2011. Tények, adatok a víz- és csatornaszolgáltatásról. Víz- és Csatornaművek Országos Szövetsége, Budapest, 163 p.
110. NEMES-NAGY J. (1990): *Területi kiegyenlítődés és differenciálódás Magyarországon*. Földrajzi Értesítő, 39. évf. 1–4.sz., pp. 133–149.
111. NEMES-NAGY J. (1998): A tér a társadalomkutatásban. Budapest, Hilscher Rezső Szociálpolitikai Egyesület, pp. 66–80.
112. NÉMETI T. (2005): A víz- és csatornadíjak megállapításáról.
Forrás: http://www.icegec-memo.hu/hun/_docs/velemen/ICEGvelemen_18.pdf, [utolsó letöltés: 2013. 01. 21.]
113. NOVÁK Z. – PÁSTINÉ ILLA J. (2007): Bük – Vas megye 11. városa. Szombathely, KSH Győri Igazgatósága, 27 p.
114. NOVÁKY B. (2002): Az éghajlatváltozás vízgazdálkodási hatásai. In: GLATZ F. (szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. 75–106.
115. NYITRAI J. (2009): A települési infrastruktúra fejlődése a Nyugat-Dunántúlon.
Forrás: KSH: <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/regiok/gyortelepinfra.pdf>, [utolsó letöltés: 2012. 11. 20.]
116. OTTERPOHL, R. (2002): *Perspektiven für neue Abwasserkonzepte*.
Forrás: http://cgi.tu-harburg.de/~awwwweb/susan/downloads/desar_de.pdf, [utolsó letöltés: 2012. 06. 27.]
117. PAP N. (2007): A földrajzi tér és jellemzői. In: PAP N. (szerk.): *A területfejlesztés földrajzi alapjai*, Pécs, Lomart, pp. 11–21.
118. PAPP M. (1997): Évkönyv '97. Tények, adatok a víz- és csatornaszolgáltatásról. Víz- és Csatornaművek Országos Szövetsége, Budapest, 203 p.
119. PAPP M. (2007): *Távlati vízigények elemzése*. Budapest, Magyar Víziközmű Szövetség, 90 p.
120. PAPP M. (2009): *A piaci körülmények között működő szolgáltatók gazdasági és jogi feltételrendszere*. MAVÍZ (kézirat)

121. PAPP M. (2011): Évkönyv 2010. Tények, adatok a víz- és csatornaszolgáltatásról. Víz- és Csatornaművek Országos Szövetsége, Budapest, 171 p.
122. PATAKI ZS. (2011): *Települések infrastrukturális ellátottsága, 2010.*, Statisztikai tükör, V. évf., 75. szám, 6 p.
123. Pauli, G., 2010. A kék gazdaság. Pécs, PTE KTK Kiadó, 369 p.
124. PÉCSI M. (1984): *A földrajzi környezet értelmezése és a környezeti hatások értékelése a gazdaságfejlesztés szolgálatában.* Földrajzi Közlemények, 112. évf. 4. sz. pp. 309–313.
125. PIRISI G. – TRÓCSÁNYI A. (2006): *Átalakuló kisvárosok a Dél-Dunántúlon.* Földrajzi Értesítő, LV. évf. 1-2. sz., pp. 87–108.
126. PIRISI G. – TRÓCSÁNYI A. (2011): Bevezetés a társadalomföldrajz világába. A földrajzi tér és értelmezése.
Forrás: <http://tamop412a.ttk.pte.hu/files/foldrajz2/ch01s02.html>, [utolsó letöltés: 2012. 11. 20.]
127. PÓCZY K. (2004): Aquincum. Budapest, Enciklopédia Kiadó, 504 p.
128. POLCZ A. (2005): Asszony a fronton. Pécs, Jelenkor, 200 p.
129. POTOČNIK, J. (2009): Water scarcity and droughts in the European Union.
Forrás: <http://ec.europa.eu>: http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/special_report.pdf, [utolsó letöltés: 2011. 07. 01.]
130. RAKONCZAI J. (2003): Globális környezeti problémák. Szeged, Lazi Kiadó, pp.112–151.
131. RAKONCZAI J. (2006): Klímaváltozás – Aridifikáció – Változó tájak. In: KISS A. – MEZŐSI G. – SÜMEGHY Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom. Szeged, SZTE, pp. 593–603.
132. RECHNITZER J. (2002): A Bécs–Pozsony–Győr–Budapest innovációs tengely és a magyar területfejlesztési koncepciók. In: DÖVÉNYI Z. – HAJDÚ Z. (szerk.): A magyarországi Duna-völgy területfejlesztési kérdései. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. 119–139.
133. REICH G. – PRINTZ J. (2002): A települési vízgazdálkodás intézményi dilemmái: egy átlagos település példája. In: GLATZ F. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. 319–345.
134. RISTVEJ, J. – KAMPOVÁ, K. (2009): Ekonometria pre manažérov. Egyetemi oktatási segédlet, Szlovákia: Žilinská univerzita v Žiline, pp. 40–49.
135. RUDL J. (1998): *Az új kisváros és a városi funkciók.* Földrajzi Értesítő, 47. évf. 1.sz., pp. 31–41.
136. SALAMON K. (2011): Világtörténet. Budapest, Akadémiai Kiadó Zrt., 1322 p.

137. SALLAI F. (2009-A): A vízminőség-védelem jogszabályi alapjai. In: SZÜCS P. – SALLAI F. – ZÁKÁNYI B. – MADARÁSZ T. (szerk.): Vízkezelésvédelem. A vízminőség-védelem aktuális kérdései. Miskolc, Bíbor Kiadó, pp. 407–418.
138. SALLAI F. (2009-B): A Víz Keretirányelv hazai végrehajtása. In: SZÜCS P. – SALLAI F. – ZÁKÁNYI B. – MADARÁSZ T. (szerk.): Vízkezelésvédelem. A vízminőség-védelem aktuális kérdései. Miskolc, Bíbor Kiadó, pp. 395–406.
139. SIKOS T. T. (1985): *Az infrastruktúrával kapcsolatos főbb nézetek és azok kritikái.* Földrajzi Értesítő, 34. évf. 4. sz., pp. 493–506.
140. SIKOS T. T. – TINER T. (2010): Cégek célkeresztben. Vállalkozások a szlovák - magyar határ mentén. Komárom, Selye János Egyetem Kutatóintézete. 250 p.
141. SIMONFFY Z. (2002): Vízigények és vízkészletek. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. 107–139.
142. SOLT D. (1994): *Gondolatok az értékesítési veszteségről.* Vízmű Panoráma, 2. évf. 4. sz. pp. 26–27.
143. SOMLYÓDY L. – BUZÁS K. – CLEMENT A. – LICSKÓ I. (2002): Települési vízgazdálkodás. In: SOMLYÓDY L. (szerk.): A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, pp. 277–319.
144. SOMLYÓDY L. (2000): *Éltető és tisztító vizeink. A magyar vízgazdálkodás.* Magyar Tudomány, 161. évf. 6. sz.
Forrás: <http://epa.oszk.hu/00700/00775/00019/657-672.html>, [utolsó letöltés: 2011. 05. 10.]
145. SOMLYÓDY L. (2008): *Töprengések a vízről - lépéskényszerben.* Magyar Tudomány, 169. évf. 4. sz., pp. 462–474.
146. SOMLYÓDY L. (2011): *A világ vízdilemmája.* Magyar Tudomány, 172. évf. 12.sz., pp. 1410–1424.
147. SZABLYÁR P. (2005): Föld alatti Magyarország. Budapest, Panoráma Kiadó, pp. 129–132.
148. SZABÓ G. (2000): A kistérségi és megyei fejlesztési törekvések összehangolása Baranya megye turizmusfejlesztési programjában. In: HAHN CS. (szerk.): A területfejlesztés feladatai az ezredfordulón és az információs társadalom. Budapest, Hazai térségfejlesztő Kft., pp. 190–191.
149. SZABÓ I. (2004): Magyarország településszerkezetének rövid története. Széchenyi István Egyetem Győr, 12 p.
150. SZABÓ P. (2008): *A gazdasági fejlettség egyenlőtlensége az Európai Unió különböző területi szintjein.* Területi Statisztika, 11. (48.) évf. 6. sz., pp. 687–699.

151. SZABÓ-KOVÁCS B. (2007): A környezeti változások hatása a társadalomra Magyarországon. In: PAP N. (szerk.): A területfejlesztés földrajzi alapjai. Pécs, Lomart, pp. 69–88.
152. SZESZTAY K. (2007): *A víz szerepe a társadalom életében*. Földrajzi Értesítő, 56. évf. 1-2. sz., pp. 111–112.
153. SZÖLLÖSI-NAGY A. (2010): *A víz összeköt és nem megoszt*. Mérnök Újság 17. évf. 2. sz., pp. 14–16.
154. SZÜCS P. (2012): *Hidrogeológia a Kárpát-medencében – hogyan tovább?* Magyar Tudomány, 173. évf. 5. sz., pp. 554–566.
155. TAKÁCS K. – FÜLEKY GY. (2001): Középkori csatornarendszerek kutatása. In: DORMÁNY G. – KOVÁCS F. – PÉTI M. – RAKONCZAI J. (szerk.): Földrajzi konferencia 2001 Szeged. Szegedi Tudományegyetem TTK Természeti Földrajzi Tanszéke, CD-kiadvány
156. TÓTH J. (1981): *A településhálózat és a környezet kölcsönhatásának néhány elméleti és gyakorlati kérdése*. Földrajzi Értesítő, 30. évf. 2-3. sz., pp. 267–290.
157. TÓTH J. (1996): A településrendszer. In: PERCZEL GY.: Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza. Budapest, ELTE Eötvös Kiadó, pp. 539–584.
158. TÓTH J. (2002): Általános társadalomföldrajz I–II. Budapest – Pécs, Dialóg Campus 486 p.
159. TÖRÖCSIK M. (2006): Fogyasztói magatartás trendek. Új fogyasztói csoportok. Budapest, Akadémiai Kiadó, 360 p.
160. UNGVÁRI G. – KOSKOVICS É. (2011): Áttekintés a magyar víziközmű-ágazatról. In: VALENTIN P. – KISS F. L. – NAGY CS. I. (szerk.): Verseny és szabályozás 2010. Budapest, MTA Közgazdaságtudományi Intézet, pp. 305–328.
161. VALÉR É. (2002): A magyarországi településrendszer szerkezetének változása. In: KOVARSZKI A – LÁSZLÓ M – TÓTH J. (szerk.): Múlt, jelen, jövő - a településügy térben és időben Pécs, PTE TTK Földrajzi Intézet, pp. 24–31.
162. VARGA G. (2000): A fenttartható fejlődés, mint a vidékfejlesztés egyik eleme. In: HAHN CS. (szerk.): A területfejlesztés feladatai az ezredfordulón és az információs társadalom. Budapest, Hazai térségfejlesztő Kft., pp. 169–170.
163. VARJÚ V. (2009): *A területi tervezés legújabb környezetértékelési módszere – a stratégiai környezeti vizsgálat integrációja a döntéshozásba*. Tér és társadalom, 23. évf. 1. sz., pp. 55–65.

164. VÁRSZEGI CS. (2001): Az ivóvízszolgáltatás fejlődése Magyarországon az elmúlt 10 évben. Víz- és Csatornaművek Országos Szakmai Szövetsége Jubileumi Főmérnöki Értekezlete – előadás, Sopron. Kézirat.
165. VIDA G. (2001): Helyünk a bioszférában. Budapest, Tipotex, 128 p.
166. WIELAND, U. (2003): Wasserverbrauch und Abwasserbehandlung in der EU und in den Beitrittsländern.
 Forrás: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-NQ-03-013/DE/KS-NQ-03-013-DE.PDF, [utolsó letöltés: 2012. 06. 27.]]
167. ZOLNAY L. (1975): Ünnepek és hétköznapok a középkori Budán. Budapest, Gondolat. 279 p.

8. Ábrajegyzék

1. 2.1-1. ábra: Kiegyenlítő és elosztó medence Vitroviusz nyomán.	15
2. 2.1-2. ábra: Vízfogyasztás az ókori Rómában és Magyarországon 1955–2010 között. 17	
3. 2.1-3. ábra: A város belseje Comenius Orbis Pictus könyvében.	22
4. 2.2-1. ábra: Az anyagáram minőségi és mennyiségi alakulása az evolúció során.	38
5. 2.3-1. ábra: Vízkitermelési index (WEI).	45
6. 2.3-2. ábra: Országok fogyasztásának vízlábnyoma.	45
7. 2.4-1. ábra: A víz- és csatornadíj kiegyenlítésére költött összeg részesedése a háztartások összjövedelméből Kecskeméten.	51
8. 3.1-1. ábra: A vezetékes ivóvízhálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépeségből megyénként 1996-ban.	60
9. 3.1-2. ábra: A vezetékes ivóvízhálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépeségből megyénként 2011-ben.	60
10. 3.1-3. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépeségből megyénként 1996-ban.	61
11. 3.1-4. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépeségből megyénként 2011-ben.	61
12. 3.1-5. ábra: Az elsődleges közműháló és alkotóelemei megyénként 1996-ban.	63
13. 3.1-6. ábra: Az elsődleges közműháló és alkotóelemei megyénként 2011-ben.	63
14. 3.1-7. ábra: A vezetékes ivóvízhálózat hossza megyénként 1996-ban és 2011-ben.	64
15. 3.1-8. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózat hossza megyénként 1996-ban és 2011-ben.	64
16. 3.1-9. ábra: A másodlagos közműháló és alkotóelemei megyénként 1996-ban.	66

17. 3.1-10. ábra: A másodlagos közműháló és alkotóelemei megyénként 2011-ben.	66
18. 3.1-11. ábra: GDP/fő megyénkénti bontásban (TEÁOR '03) (1000 Ft), 1996–2009 közötti átlagérték.	67
19. 3.1-12. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózatra csatlakozó lakosság arányának változása megyénként 1996 és 2011 között.	70
20. 3.1-13. ábra: A szennyvízcsatorna-hálózat hosszának változása megyénként 1996 és 2011 között.	70
21. 3.1-14. ábra: Az elsődleges közműháló 1996–2011 közötti változásának eltérése az átlagváltozástól a változás százalékában megyénként.	71
22. 3.1-15. ábra: A másodlagos közműháló 1996–2011 közötti változásának eltérése az átlagváltozástól a változás százalékában megyénként.	71
23. 3.2-1. ábra: Épített lakások számának eltérése az országos átlagtól megyénként 1996–2011 között.	73
24. 3.3-1. ábra: A vízfogyasztásra ható tényezők.	74
25. 3.3-2. ábra: Az ivóvíz-szolgáltatás mennyiségi változása 1955–2011 között.	75
26. 3.3-3. ábra: Európai országok háztartási vízfogyasztása.	76
27. 3.3-4. ábra: A vízfogyasztási fejadag szolgáltatónként 1996-ban és 2011-ben.	77
28. 3.3-5. ábra: Az ivóvíz-fogyasztási fejadagok (liter/fő, nap) területi megoszlása (szolgáltatónként) 1996-ban.	78
29. 3.3-6. ábra: Az ivóvíz-fogyasztási fejadagok (liter/fő, nap) területi megoszlása (szolgáltatónként) 2011-ben.	79
30. 3.3-7. ábra: Az ivóvíz-fogyasztási fejadagok (liter/fő, nap) eltérése az átlagtól a fejadag százalékában szolgáltatónként 2011-ben.	80
31. 3.3-8. ábra: A közüzemi ivóvízellátás országos adatainak változása 1990–2000 között.	82
32. 3.3-9. ábra: Budapest és Miskolc vízfogyasztásának változása 1990–2000 között.	82
33. 3.3-10. ábra: Városi vízfogyasztók véleménye a vízdíj és a vízfogyasztás nagyságának kapcsolatáról.	83
34. 3.3-11. ábra: A vízfogyasztásra ható tényezők modelljének megmagyarázott hányada.	84
35. 3.3-12. ábra: Az útmodell elemei és hatásuk a vízfogyasztási fejadagra.	85
36. 3.4-1. ábra: Magyarország megyéinek település-szerkezete 2010-ben.	89

37. 3.4-2. ábra: A település-szerkezet hatása az átlagos vízfogyasztási fejadag nagyságára.	90
38. 3.4-3. ábra: A szolgáltatónként számított vízfogyasztási fejadag és az ellátott terület településszámának összefüggése.	94
39. 3.4-4. ábra: Lakossági vízdíjak magyarországi vízszolgáltatóknál, kiemelve a Nógrád megyei szolgáltatókat.	95
40. 3.4-5. ábra: A vízbeszerzés megoszlása a vízadók között egyes Magyarországi szolgáltatóknál 2010-ben.	95
41. 3.4-6. ábra: A kitermelt víz technológiai kezelést igénylő hányada egyes magyarországi szolgáltatóknál 2010-ben.	96
42. 3.4-7. ábra: Törpe- és aprófalvakban lakók aránya és a megyei vízfogyasztás összefüggése.	96
43. 3.4-8. ábra: Baranya megyei vízszolgáltatók ellátási területének településnagyság szerinti összetétele.	97
44. 3.4-9. ábra: Településnagyság szerinti összetétel és vízdíjak Baranya megyei vízszolgáltatóknál.	98
45. 3.4-10. ábra: Településnagyság szerinti összetétel és vezetékes vízfogyasztás egy főre jutó értéke Baranya megyei vízszolgáltatóknál 2010-ben.	99
46. 3.5-1. ábra: A termelt és értékesített víz különbsége magyarországi szolgáltatóknál 2010-ben.	103
47. 3.5-2. ábra: Az ivóvízhálózat fajlagos vízvesztesége a talajtípus függvényében.	104
48. 3.6-1. ábra: A települések, lakosság megoszlása a különböző településnagyságok között a vizsgált szolgáltatóknál 2010-ben.	105
49. 3.6-2. ábra: Kistelepüléseket ellátó szolgáltatói, Baranya megyei és országos átlagadatok.	109
50. 3.6-3. ábra: A vezetékes vízhálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépességből településenként 2010-ben.	110
51. 3.6-4. ábra: A szennyvízhálózatra csatlakozó lakosság aránya az össznépességből településenként 2010-ben.	110
52. 3.6-5. ábra: A vízellátás egyes jellemző mutatói.	111
53. 3.6-6. ábra: Kistelepülési vízszolgáltató egyes vízellátási alapadatainak eltérése a megyei és országos átlagtól.	111
54. 4.1-1. ábra: A kizárólag vezetékes vizet, az esővizet, illetve szürkevizet is hasznosító	

55. 4-fős háztartás vízmérlege.....	123
56. 4.2-1. ábra: Az elsődleges közműolló és összetevőinek változása Magyarországon 1970 és 2010 között.....	123
57. 4.2-2. ábra: A másodlagos közműolló és összetevőinek változása Magyarországon 1995 és 2010 között.....	124
58. 4.2-3. ábra: Vízfogyasztás / szennyvíz/tisztított szennyvíz 1996-ban és 2011-ben.	125
59. 4.2-4. ábra: Szolgáltató vállalatok szennyvíztisztító kapacitásának kihasználtsága 1996-ban.	126
60. 4.2-5. ábra: Szennyvíztisztító kapacitás nagysága és kihasználtsága 1996-ban és 2011-ben.	127
61. 4.2-6. ábra: A vízellátás, csatornázás aránya és a másodlagos közműolló megyénkénti értéke 1996-ban.	129
62. 4.2-7. ábra: A vízellátás, csatornázás aránya és a másodlagos közműolló megyénkénti értéke 2011-ben.	129
63. 4.2-8. ábra: A vízellátás, csatornázás aránya és a másodlagos közműolló megyénkénti értéke 2011-ben.....	130
64. 4.2-9. ábra: A másodlagos közműolló és alkotóelemeinek változása megyénként 1995 és 2011 között.....	131
65. 4.2-10. ábra: Az egyes megyék elsődleges közműolló értékének változása 1996 és 2011 között.....	132
66. 4.2-11. ábra: Az egyes megyék másodlagos közműolló értékének változása 1996 és 2011 között.....	132
67. 4.2-12. ábra: Elsődleges közműolló változása a vizsgált szolgáltatók átlagértéke alapján 1996–2011 között.....	134
68. 4.2-13. ábra: A szennyvízelvezető hálózatra csatlakozott lakások összlakossághoz viszonyított arányának változása 1996–2011 között.....	135
69. 4.2-14. ábra: A másodlagos közműolló változása a vizsgált szolgáltatók átlagértéke alapján 1996–2011 között.	136
70. 4.2-15. ábra: A mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága 1996–2011 között.....	137
71. 4.2-16. ábra: A biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága 1996–2011 között.	138
72. 4.3-1. ábra: Az elsődleges közműolló területi differenciái 1996–2011 között.	140

73. 4.3-2. ábra: A vízhálózatra csatlakozók aránya az 1996–2011 közötti időszakban - régiók közötti különbségek.	141
74. 4.3-3. ábra: A csatornahálózatra csatlakozók aránya az összlakossághoz viszonyítva 1996–2011 között, régiók közötti különbségek.	142
75. 4.3-4. ábra: A másodlagos közműháló területi differenciái az 1996–2011 közötti időszakban.	144
76. 4.3-5. ábra: A mechanikai és a biológiai szennyvíztisztító kapacitás aránya régióként 1996–2011 között.	146
77. 4.3-6. ábra: A mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága régióként 1996–2011 között.	146
78. 4.3-7. ábra: A biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága régióként 1996–2011 között.	146

9. Táblázatjegyzék

1. 2.3-1. táblázat: Virtuális vízigény adatok.	46
2. 3.1-1. táblázat: A GDP és a vízi infrastruktúra közötti összefüggések 1996–2010.	69
3. 3.3-1. táblázat: A vízfogyasztási fejadag változásának különbségei az értékesített víz mennyisége szerint csoportosított szolgáltatóknál 1996-ban és 2011-ben.	79
4. 3.3-2. táblázat: A vízfogyasztásra ható tényezők erőssége, és összefüggésük a szolgáltató típusokkal.	86
5. 3.4-1. táblázat: Törpe- és aprófalvak leggyakoribb előfordulása megyéinkben 2010-ben.	88
6. 3.4-2. táblázat: Ellátási területük szerint rurális és urbánus jellegű vízszolgáltatók eltérő jellemzői.	101
7. 3.5-1. táblázat: A hálózati vízvesztésre ható paraméterek erőssége, iránya.	104
8. 4-1. táblázat: A víziközművek és az elsődleges közműháló jellemzői 1970-ben és 1985-ben.	116
9. 4.2-1. táblázat: A másodlagos közműháló és alkotóelemei 1996-ban és 2011-ben.	128
10. 4.3-1. táblázat: A mechanikai és biológiai szennyvíztisztító kapacitások megoszlása - kereszttábla.	145
11. 4.3-2. táblázat: Magyarország régióinak víziközműves mutatói.	149

10. Mellékletjegyzék

1. m.: Kérdőív a magyarországi vízfogyasztás jellemzőinek változásairól
2. m.: Kiegészítő kérdőív a magyarországi vízfogyasztás jellemzőiről nem MAVÍZ tagok számára
3. m.: Az elsődleges közműolló és alkotóelemeinek számértéke megyénként 1996-ban és 2011-ben (3.1-5. és 3.1-6. ábrákhoz)
4. m.: A vezetékes ivóvíz- és csatornahálózat hosszak számértéke megyénként 1996-ban és 2011-ben (3.1-7. és 3.1-8. ábrákhoz)
5. m.: A másodlagos közműolló és alkotóelemeinek számértéke megyénként 1996-ban és 2011-ben (3.1-9. és 3.1-10. ábrákhoz)
6. m.: Elsődleges közműolló – vízhálózat hossza (m)/csatornahálózat hossza (km) – időbeli változás – ANOVA
7. m.: A szennyvízelvezető hálózatra csatlakozott lakosok összlakossághoz viszonyított aránya – időbeli változás – ANOVA
8. m.: Másodlagos közműolló – Vízhálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz (%) – Csatornahálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz (%) – időbeli változás – ANOVA
9. m.: A biológiai és a mechanikai szennyvíz tisztító kapacitás aránya – időbeli változás – ANOVA
10. m.: A mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága (%) – időbeli változás – ANOVA
11. m.: A biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága (%) – időbeli változás – ANOVA
12. m.: Elsődleges közműolló – vízhálózat hossza (m)/csatornahálózat hossza – időbeli változás (km) – területi különbségek – ANOVA
13. m.: A vízhálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz viszonyítva – területi különbségek – ANOVA
14. m.: A szennyvízcsatorna-hálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz viszonyítva – területi különbségek – ANOVA

15. m.: Másodlagos közműolló – Vízhálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz (%) – Csatornahálózatba bekapcsolt lakosok aránya az összlakossághoz (%) – területi különbségek – ANOVA
16. m.: A biológiai és a mechanikai szennyvíz tisztító kapacitás aránya – területi különbségek – ANOVA
17. m.: A mechanikai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága (%) – területi különbségek – ANOVA
18. m.: A biológiai szennyvíztisztító kapacitás kihasználtsága (%) – területi különbségek – ANOVA
19. m.: A hálózati vízveszteség nagyságára ható tényezők – ANOVA, összegző tábla
20. m.: Lista a kérdőíves felmérésben résztvevő szolgáltatókról
21. m.: A kérdőíves felmérés alapján elvégzett, illetve folyamatban levő további elemzések, amelyeket a jelen értekezés nem tartalmaz

11. Mellékletek